

## La fertilitat de les ruïnes urbanes: ciutats industrials obsoletes com a recipients d'ecosistemes per activar l'economia circular

**Resum:** Aquest treball pretén trobar la poesia recreant, si no la bellesa, la dimensió estètica en el mateix residu, per trobar la perfecció en la mateixa imperfecció. La hipòtesi subjacent parteix de preguntes com ara quina relació hi ha entre la indústria de l'automoció i la indústria de la construcció? Què passa si hi ha un mecanisme de transferència de coneixement entre tots dos? Què passa si el saber fer dels fabricants d'automòbils s'aplica a la indústria de la construcció? Més enllà de la reutilització adaptativa d'edificis existents i estructures abandonades, la imatge de la ciutat de Detroit com a model de ciutat americana industrialitzada podria ser remodelada pel coneixement de la seva memòria. Aquest article ofereix un enfocament especulatiu per revitalitzar un dels exemples més famosos de ciutat industrial nord-americana. L'enfocament intenta ressaltar la importància d'activar la pol·linització multiindustrial coneguda com a simbiosi industrial (IS) específicament entre la indústria de l'automòbil i la indústria de la construcció utilitzant la ciutat de Detroit com a cas d'estudi. S'han explorat i testejat idees per provar la vitalitat d'aquest enfocament en estudis de màster en arquitectura, on els estudiants van tenir el repte de transformar els subproductes de la indústria de l'automoció, els fluxos de residus i de productes de construcció per a sistemes de façana.

**Paraules clau:** Economia circular; Detroit; arquitectura de residus; budells; reutilització de recursos

## The fertility of urban ruins: Obsolete industrial cities as ecosystem holders to activate circular economy

**Abstract:** This paper seeks to find poetry in recreating, if not beauty, then aesthetic dimension in waste itself, to find perfection in imperfection itself. The underline hypothesis stems from questions such as what is the relationship between the automotive industry and the building industry? What if there exists a knowledge transfer mechanism between the two. What if the know-how of automakers be applied to the building industry? Beyond adaptive reuse of existing buildings and abandoned structures, the image of the city of Detroit as the model of industrialized American city could be reshaped by the knowledge of its memory. This manuscript provides a speculative approach to revitalize one of the most

famous examples of an American industrial city. The approach attempts to highlight the importance of activating multi-industry pollination known as industrial symbiosis (IS) specifically between the automotive industry and the building industry using the city of Detroit as a case study. Ideas to test the vitality of this approach were explored and tested in a graduate architectural design studio where students were challenged with transforming the automotive industry by-products, waste streams, and flows into building products and façade systems.

**Keywords:** Circular economy; Detroit; architecture of waste; ofall; resource reuse

## La fertilidad de las ruinas urbanas: Las ciudades industriales obsoletas como portadoras de ecosistemas para activar la economía circular

**Resumen:** Este artículo trata de encontrar poesía en recrear, si no la belleza, sí la dimensión estética en los propios residuos, de hallar la perfección en la propia imperfección. La hipótesis subyacente parte de preguntas como ¿cuál es la relación entre la industria del automóvil y la de la construcción? ¿Y si existe un mecanismo de transferencia de conocimientos entre ambas? ¿Y si los conocimientos de los fabricantes de automóviles se aplicaran al sector de la construcción? Más allá de la reutilización adaptativa de los edificios existentes y las estructuras abandonadas, la imagen de la ciudad de Detroit como modelo de ciudad industrializada estadounidense podría reformularse gracias al mejor conocimiento de su memoria. Este manuscrito ofrece un enfoque especulativo para revitalizar uno de los ejemplos

más famosos de ciudad industrial estadounidense. El enfoque trata de resaltar la importancia de activar la polinización multiindustrial conocida como simbiosis industrial (SI) específicamente entre la industria del automóvil y la industria de la construcción utilizando la ciudad de Detroit como caso de estudio. Las ideas para comprobar la vitalidad de este planteamiento se exploraron y probaron en un estudio de diseño arquitectónico de posgrado en el que se retó a los estudiantes a transformar los subproductos, flujos de residuos y flujos de la industria del automóvil en productos de construcción y sistemas de fachada.

**Palabras clave:** Economía circular; Detroit; arquitectura de residuos; despojos; reutilización de recursos

## La fertilité des ruines urbaines : des villes industrielles obsolètes en tant que récipients d'écosystèmes pour activer l'économie circulaire

**Résumé :** Ce travail prétend trouver la poésie tout en recréant, sinon la beauté, la dimension esthétique dans le déchet même, afin de trouver la perfection dans l'imperfection même. L'hypothèse sous-jacente part de questions telles que : quelle est le rapport entre l'industrie de l'automobile et l'industrie du bâtiment ? Que se passe-t-il s'il y a un mécanisme de transfert de connaissance entre les deux ? Que se passe-t-il si le savoir-faire des fabricants d'automobiles est appliqué à l'industrie du bâtiment ? Au-delà de la réutilisation adaptative de bâtiments existants et de structures abandonnées, l'image de la ville de Detroit en tant que modèle de ville américaine industrialisée pourrait être remodelée par la connaissance de sa mémoire. Cet article offre une approche spéculative pour revitaliser

un des exemples les plus célèbres de ville industrielle de l'Amérique du Nord. Cette approche essaie de mettre en valeur l'importance d'activer la pollinisation multi-industrielle connue comme symbiose industrielle (SI), spécifiquement entre l'industrie de l'automobile et l'industrie du bâtiment, en utilisant la ville de Detroit comme étude de cas. On suppose que si les villes industrielles obsolètes adoptaient une approche similaire, un modèle d'Économie circulaire (EC) serait activé moyennant la symbiose industrielle et, donc, elle contribuerait à la réactivation du typique déclin urbain.

**Mots-clés :** Économie circulaire ; Detroit ; architecture de déchets ; tripes ; réutilisation de ressources

## Introducció

Les ciutats industrials obsoletes es coneixen com a zones urbanes que abans estaven plenes d'activitats industrials, però que des de llavors han caigut en declivi a causa de la deslocalització d'indústries, els canvis tecnològics o els canvis econòmics. Aquestes ciutats sovint tenen fàbriques abandonades, infraestructures en decadència i altes taxes d'atur. Aquestes ciutats sovint s'enfronten a reptes importants per superar el llegat del seu passat industrial, però moltes estan ansiosos per avançar cap a la diversificació econòmica i la renovació urbana. Ciutats dels Estats Units com Detroit, Pittsburgh i Youngstown van ser una vegada el cor de la indústria de l'automòbil nord-americana o l'epicentre de la producció d'acer als segles XIX i principis del XX. Aquestes ciutats es van enfrontar a un declivi econòmic important, ja que la indústria de l'automòbil va traslladar la producció a altres àrees i va fer front a una competència creixent. És evident que aquestes ciutats han experimentat altes taxes de despoblació, atur i decadència urbana. A Europa, ciutats del Regne Unit com Sheffield i d'Alemanya, com Halle, es van enfrontar a un destí i un declivi semblants, però potser encara prosperen i no van morir del tot com les americanes.

Aquest manuscrit ofereix un enfocament especulatiu per revitalitzar un dels exemples més famosos de ciutat industrial americana. L'enfocament intenta ressaltar la importància d'activar la pol·linització multiindustrial coneguda com a simbiosi industrial (IS) específicament entre la indústria de l'automòbil i la indústria de la construcció utilitzant la ciutat de Detroit com a cas d'estudi. Es van explorar i provar idees per provar la vitalitat d'aquest enfocament en un estudi de postgrau de disseny arquitectònic on els estudiants van tenir el repte de transformar els subproductes de la indústria de l'automoció, els fluxos de residus i els fluxos en productes de construcció i sistemes de façana. S'especula que si les ciutats industrials obsoletes adoptaren un enfocament similar, s'activaria un model d'Economia Circular (CE) mitjançant la simbiosi industrial i, per tant, contribuiria a la reactivació del típic declivi urbà.

## Introduction

Obsolete industrial cities are known as urban areas that were once bustling with industrial activities but have since fallen into decline due to the relocation of industries, technological changes, or economic shifts. These cities often have abandoned factories, decaying infrastructure, and high unemployment rates. These cities often face significant challenges in overcoming the legacy of their industrial past, but many are eager to make progress towards economic diversification and urban renewal. Cities in the United States such as Detroit, Pittsburgh, and Youngstown were once the heart of the American automotive industry, or the epicenter of steel production in the 19th and early 20th centuries. These cities faced a significant economic decline as the auto industry shifted production to other areas and faced increased competition. It is evident that these cities have experienced high rates of depopulation, unemployment, and urban decay. In Europe, cities in the United Kingdom such as Sheffield and in

Germany such as Halle, faced similar fate and decline but perhaps still thriving and not entirely dead like the American ones.

This manuscript provides a speculative approach to revitalize one of the most famous examples of an American industrial city. The approach attempts to highlight the importance of activating multi-industry pollination known as industrial symbiosis (IS) specifically between the automotive industry and the building industry using the city of Detroit as a case study. Ideas to test the vitality of this approach were explored and tested in a graduate architectural design studio where students were challenged with transforming the automotive industry by-products, waste streams, and flows into building products and façade systems. It is speculated that if obsolete industrial cities would adopt a similar approach, a Circular Economy (CE) model would be activated through industrial symbiosis, and therefore contribute to the revival of the typical urban decline.

## La paradoxal vida i mort de Detroit

El declivi de la vida de Detroit, la seua població en més d'un 50% i la decadència urbana provocada per l'abandonament del seu entorn construït (Figura 1) no tenen precedents en la història moderna.<sup>1</sup> Peter Eisinger, en el seu article, va plantejar una qüestió preguntant-se si Detroit ja és morta i va suggerir, examinant diverses obres de literatura recents, que és cada cop més difícil dir que Detroit és una ciutat viva. Eisinger va afirmar que en els llibres recents que discutien el cas de Detroit, cap dels autors va suggerir maneres de revivir la ciutat, i la majoria dels crítics van coincidir que l'experiència de Detroit es podria classificar com una "mort urbana".<sup>2</sup> En un article anterior, titulat "Reimaginar Detroit", Eisinger va criticar la visió poc realista dels principals desenvolupadors econòmics i polítics que afirmen recuperar Detroit. Va afirmar que la seua visió va descuidar els problemes fonamentals de la segregació i la humiliació de la ciutat i es va centrar egoïstament a reconstruir Detroit com a nova destinació turística metropolitana per als visitants.<sup>3</sup> Tot i que l'Institut Americà d'Arquitectes (AIA) va reconèixer que qualsevol estratègia de desenvolupament econòmic ha de crear llocs de treball per als residents de la ciutat, el seu informe va suggerir revivir Detroit com una ciutat petita, més forta, més saludable i sostenible. Tanmateix, va demanar vagament la reconstrucció de l'economia de la ciutat al voltant de noves indústries i oportunitats sense identificar quines podrien ser aquestes noves oportunitats.<sup>4</sup> L'últim dels intents de reimaginar el futur de Detroit es va produir al pavelló dels Estats Units del 2016 a la Biennal d'Arquitectura de Venècia. Com a resposta a aquest intent, Detroit Resist, un grup d'activistes va publicar un treball comentat titulat: "Architecture and Change": The Politics of "Change" al pavelló dels Estats Units a la Biennal de Venècia 2016, criticant els comissaris de l'exposició i els seus "seleccionats". "propostes arquitectòniques assenyalant que les idees presentades al pavelló es van centrar majoritàriament en un enfocament centrat en el desenvolupador. Van afirmar que aquestes propostes futuristes ignoraven les mateixes comunitats i ciutadans de la ciutat i els exclouien de la conversa."<sup>5</sup>

### The paradoxical life and death of Detroit

The decline of Detroit's life, its population by more than 50%, and the urban decay caused by abandoned its built environment (Figure 1) is unprecedented in modern history.<sup>1</sup> Peter Eisinger, in his article, raised a question asking if Detroit is already dead and suggested through examining several recent works of literature, that it is becoming hard to call Detroit a living city anymore. Eisinger claimed that in the recent books discussing the case of Detroit, none of the authors suggested ways to revive the city, and most critics agreed that Detroit's experience could be classified as an 'urban death'.<sup>2</sup> In an earlier article, titled "Reimagining Detroit", Eisinger criticized the unrealistic vision by political and major economic developers claiming to bring back Detroit. He stated that their vision neglected the fundamental issues of the city's segregation and humiliation, and selfishly focused on rebuilding Detroit as a new metropolitan tourist destination for visitors.<sup>3</sup> Although the American Institute of Architects (AIA)

acknowledged that any economic development strategy must create jobs for the city's residents, their report suggested reviving Detroit as a small, stronger, healthier, and sustainable city. However, vaguely called for rebuilding the city's economy around new industries and opportunities without identifying what these new opportunities might be.<sup>4</sup> The last of attempts to reimagine Detroit's future occurred at the 2016 United States pavilion at the Venice Architecture Biennale. As a response to that attempt, Detroit Resist, a group of activists published an annotated work titled: "Architecture and Change": The Politics of "Change" in the U.S. Pavilion at the 2016 Venice Biennale criticizing the exhibit curators and their "selected" architectural proposals noting that ideas presented at the pavilion were mostly focused on a developer-centered approach. They stated that these futuristic proposals ignored the very communities and citizens of the city and excluded them from the conversation.<sup>5</sup>



Figura 1. Ruïnes de la fàbrica Packard, Detroit.

Figure 1. Ruins of the Packard factory, Detroit.

La decadència sense precedents de Detroit de ser el model de la ciutat industrial nord-americana a una ruïna urbana està profundament relacionada amb el fet que la ciutat és el bressol del cotxe. Malgrat molts altres factors com els disturbis de 1967 i els successius fracassos del govern de la ciutat de Detroit que van crear inestabilitat dins dels serveis públics de la ciutat, no es poden descuidar. La relació entre el cotxe i la ciutat americana contemporània potser s'entén en el marc dels residus. Tot i que hi va haver impactes positius a través de la generació de més d'un milió de llocs de treball a la indústria de l'automoció, alguns efectes negatius es van relacionar principalment amb la pèrdua de temps, espai, coneixement, diners, medi ambient, salut i el teixit de la ciutat. Una il·lustració d'aquesta relació es pot veure a la Figura 2.<sup>6</sup>

Aquest manuscrit argumenta que una de les formes més importants de residus, és a dir, el malbaratament del coneixement (Figura 2), es podria recuperar mitjançant la creació d'una sinergia entre les indústries de l'automoció i la construcció. Suggereix

The unprecedented decline of Detroit from being the role model of the American industrial city to an urban ruin is deeply connected to the fact that the city is the birthplace of the car. Despite many other factors such as the riots of 1967 and successive failures of Detroit's city government which created instability within the public services of the city cannot be neglected. The relationship between the car and the contemporary American city is perhaps understood in the framework of waste. Although there were

positive impacts through generating more than one million jobs in the automotive industry, some negative effects mostly associated with waste of time, space, knowledge, money, environment, health and the city fabric. An illustration of this relationship can be seen in Figure 2.<sup>6</sup>

This manuscript argues that one of the most important forms of waste, namely the waste of knowledge (Figure 2), could be recaptured through

que una nova possibilitat per reimaginar la ciutat es podria centrar a repensar la idea dels residus sòlids no perillosos per desenvolupar un enfocament d'economia circular. Aquesta idea és mirar l'estat actual de la ciutat com un recurs més que com un problema. Per contribuir a aquest enfocament, el Consell Empresarial dels Estats Units per al Desenvolupament Sostenible (US BCSD), una organització nacional sense ànim de lucre, va iniciar un programa conegut com a "By-Product Synergy", on els residus d'una empresa es converteixen en matèria primera d'una altra empresa. Actualment, s'estan explorant els esforços per ampliar aquesta iniciativa mitjançant la col·laboració entre empreses grans i petites, el món acadèmic, les institucions sense ànim de lucre i les agències governamentals. Andrew Mangan, cofundador d'US BCSD, va afirmar en el seu article que quan els residus no es poden dissenyar completament a partir d'un procés, les empreses podrien pensar en els fluxos de residus com a fonts d'ingressos. Mangan va citar un exemple de General Motors, afirmant que en els últims anys, GM ha generat uns mil milions de dòlars anuals mitjançant diverses activitats de reciclatge de subproductes.<sup>7</sup>

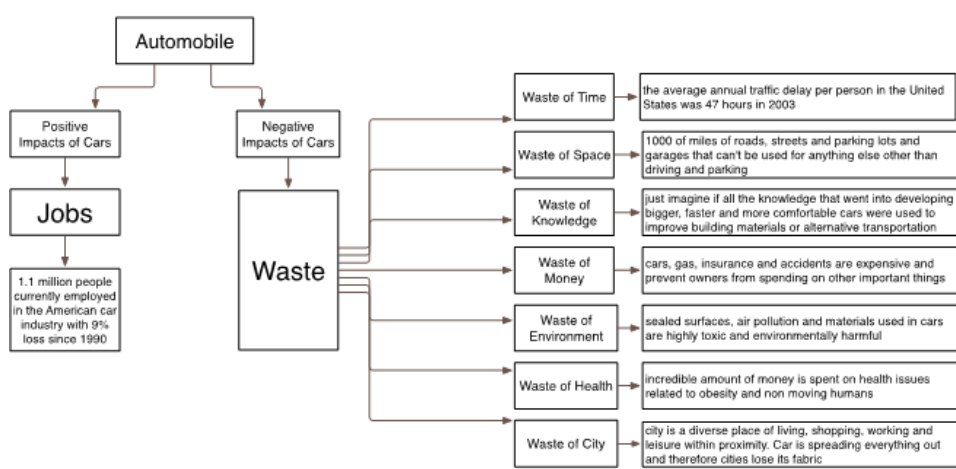


Figura 2. Impactes de l'automòbil en l'ecosistema de la ciutat.

Figure 2. Impacts of the automobile on the ecosystem of the city.

creating a synergy between the automotive and the building industries. It suggests that a new possibility for reimagining the city could be centered on rethinking the idea of non-hazardous solid waste to develop a circular economy approach. This idea is looking at the current state of the city as a resource rather than a problem. To contribute to such an approach, the United States Business Council for Sustainable Development (US BCSD), a national non-profit organization initiated a program known as the "By-Product Synergy", where one company's waste becomes another company's raw material.

Efforts to scale up this initiative are currently being explored through collaboration between businesses large and small, academia, non-profit institutions and government agencies. Andrew Mangan, a co-founder of US BCSD, stated in his article that when waste can't be entirely designed out of a process, businesses could think of waste streams as sources of revenue. Mangan cited an example by General Motors, claiming that in the last few years, GM has generated about \$1 Billion annually through various by-product recycling activities.<sup>7</sup>

## Un ecosistema d'economia circular

Fa una dècada, el grup de treball ambiental de Detroit va informar sobre el futur pla de residus sòlids de la ciutat. L'informe indicava que la recuperació de recursos per a la seua reutilització i la reducció de la quantitat de residus que requereixen eliminació són fonamentals per reactivar el desenvolupament econòmic de la ciutat. Els impactes directes d'aquestes dues convocatòries crítiques preveien la creació de llocs de treball entre 10 i 62 per cada 10.000 tones de material recuperat a l'any. Tot i que no es pronuncia explícitament, la predicció es basa principalment en la implementació d'un enfocament d'economia circular.<sup>9</sup> Ghisellini et al. va realitzar una extensa revisió de la literatura sobre l'auge de les iniciatives d'economia circular durant les dues últimes dècades, informant d'un augment de l'atenció a tot el món liderat principalment per la Xina i la Unió Europea. L'estudi també va assenyalar la manca de polítiques federals, especialment als Estats Units, pel que fa a la implementació dels principis de l'EC malgrat els esforços de l'Agència de Protecció del Medi Ambient (EPA) i les conseqüències de les crisis financeres del 2008.<sup>9</sup> La majoria dels estudis realitzats sobre l'EC es van centrar sobre el reciclatge en lloc de la reutilització, una distinció que és fonamental per entendre el paper del disseny i l'enginyeria creatius per avançar en l'enfocament jeràrquic de la CE. El reciclatge implica el processament dels residus dels materials en la fabricació de nous materials. Es considera que aquests residus formen part dels ingredients de la fabricació de nous materials i, en permetre'ls formar part dels ingredients, es podrien aconseguir dos beneficis: primer, la desviació de residus dels corrents de residus sòlids i, segon, la reducció de la demanda de recursos verges. . Mitjançant el reciclatge, el producte final conté un percentatge de què abans s'anomenava residu, i aquesta proporció la coneix el dissenyador del producte, així com tota la informació relacionada amb les característiques d'aquest producte.

Aquesta informació i dades són àmpliament accessibles i estan llestes per ser especificades per a nous productes similars a qualsevol altre material convencional. Els

### An Ecosystem of Circular Economy

A decade ago, Detroit's environmental task force reported on the future solid waste plan of the city. The report indicated that recovering resources for reuse and reducing the amount of waste that requires disposal are critical to reviving the economic development of the city. The direct impacts of these two critical calls predicted creation of jobs between 10-62 for every 10,000 tons of material recovered per year. Although not explicitly pronounced, the prediction is primarily based on implementing a circular economy approach.<sup>9</sup> Ghisellini et.al conducted an extensive literature review on the rise of circular economy initiatives over the last two decades, reporting an increase in attention worldwide mostly led by China and the European Union. The study also pointed to the lack of federal policies particularly in the United States regarding implementing the principals of CE despite the efforts of the Environmental Protection Agency (EPA) and the aftermath of the financial crises in 2008.<sup>9</sup> The majority of studies conducted on CE focused on recycling rather than reuse, a

distinction that is critical in understanding the role of creative design and engineering in advancing the hierarchal approach of CE. Recycle involves the processing of materials' waste in making new materials. This waste is considered to be part of the ingredients of making new materials, and by allowing it to be part of the ingredients, two benefits might be achieved: first the diversion of waste from solid waste streams and second the reduction in demand for virgin resources. By recycling, the final product contains a percentage of what used to be called waste, and this proportion is known to the product designer as well as all other information related to the characteristics of this product.

This information and data are widely accessible and ready to be specified for new products similar to any other conventional materials. The four methods of legislation that currently exist for recycling are: minimum recycled content mandates, utilization rates, procurement policies and recycled product labeling. As a result, manufacturers must provide all pertinent data of these materials in a similar fashion to that of the conventional

quatre mètodes de legislació que existeixen actualment per al reciclatge són: mandats mínims de contingut reciclat, taxes d'utilització, polítiques d'adquisició i etiquetatge de productes reciclats. Com a resultat, els fabricants han de proporcionar totes les dades pertinents d'aquests materials de manera similar a la dels materials convencionals. El material reciclat es pot catalogar per al qual es disposa d'un conjunt estàndard de dades, igual que qualsevol producte de construcció estàndard.

En canvi, el material reutilitzat requereix dades i informació úniques i especials personalitzades per a la font, la quantitat i la destinació del contingut. Actualment, la gestió de la cadena de subministrament de material reutilitzat no admet fàcilment l'adquisició d'aquesta informació, fet que impedeix la implementació integral de la integració de la reutilització als nous productes. El fet que no hi haja hagut una legislació sobre reutilització semblant a la del reciclatge fins i tot s'afegeix a la complexitat de la qüestió.

La identificació d'aquestes dades, activitats i informació específiques per a la seua reutilització en un procés de disseny estructurat és essencial per aclarir la confusió constant entre reciclar i reutilitzar.<sup>10</sup> En un esforç per destacar aquesta distinció, un estudi recent de Pacelli et al. va definir un mètode de disseny procedimental basat en la reutilització de residus industrials com a eina per a un disseny que minimitze i reutilitze els residus industrials. L'estudi es va centrar a entendre la viabilitat de desenvolupar productes basats en la reutilització de fluxos de residus des d'un punt de vista impulsat pel disseny. També va presentar sis casos pràctics de productes dissenyats establerts que depenen de la reutilització de ferralla industrial. L'estudi també aclareix que els residus generats en els processos de fabricació són previsibles, ja que utilitzen procediments de quantitats, masses i volums exactes (Figura 2).<sup>11</sup> Aquesta troballa va establir una base per a l'argument central d'aquest article per fer servir els fluxos previsibles de residus d'automòbils en el desenvolupament d'aplicacions per a la indústria de la construcció.

La indústria manufacturera dels Estats Units genera aproximadament 7.600 milions de tones de residus sòlids no perillosos cada any, una part important dels quals és

materials. Recycled material can be cataloged for which a standard set of data is available, just like any standard construction product.

In contrast, reused material requires unique and special data and information that is customized for the source, quantity and the destination of the content. Currently, the management of the supply chain for reused material does not easily support the acquisition of this information, which prevents the comprehensive implementation of reuse integration to new products. The fact that there has been no legislation on reuse similar to that on recycling even adds to the complexity of the issue.

The identification of these specific data, activities, and information for reuse into a structured design process is essential to clear the constant confusion between recycle and reuse.<sup>10</sup> In an effort to highlight this distinction, a recent study by Pacelli et al. defined a procedural design method based on the reuse of industrial scraps as a tool for a design that minimizes and reuses industrial wastes. The study focused on understanding the

feasibility of developing products based on waste streams reuse from a design driven point of view. It also presented six case studies of established designed products that depend on the reuse of industrial scrap. The study also clarified that waste generated in the manufacturing processes is predictable since it uses exact quantities, masses and volumes procedures (Figure 2).<sup>11</sup> This finding established a base for this article's central argument to use the predictable automotive waste flows in developing applications for the building industry.

The United States' manufacturing industry generates approximately 7.6 billion tons of non-hazardous solid waste each year, a significant portion of which is either recyclable or reusable.<sup>12</sup> Emerging ecosystems concepts such as cradle-to-cradle, design for disassembly, sustainable manufacturing, and circular economy are promoting reuse or recycling of non-hazardous industrial waste. Empirical evidence suggests greater economic, environmental, and societal benefits of reusing industrial waste than recycling



reciclable o reutilitzable.<sup>12</sup> Els conceptes emergents d'ecosistemes com ara el bressol a la base, el disseny per al desmuntatge, la fabricació sostenible i l'economia circular fomenten la reutilització o el reciclatge de residus industrials no perillosos. L'evidència empírica suggereix majors beneficis econòmics, ambientals i socials de la reutilització dels residus industrials que el seu reciclatge. L'objectiu principal d'aquest estudi és crear un model educatiu i d'investigació basat en recursos aplicats utilitzant l'economia circular com a enfocament per desviar els residus de fabricació per dissenyar, dissenyar i prototipar components d'edificis i provar les seues aplicacions en edificis no residencials.

Com a antiga ciutat industrial model, Detroit ofereix un banc de proves per crear una simbiosi industrial, una relació entre dues o més indústries, on els subproductes no desitjats d'una indústria s'utilitzen com a recurs per l'altra. En un estudi de disseny arquitectònic de grau recent, l'autor es va associar amb General Motors per explorar la regeneració i la reutilització de subproductes de xapa de l'automòbil mitjançant el poder del disseny, els resultats del qual podrien acabar sent potencialment poètics. L'estudi va oferir noves solucions per construir envolvents fetes de fluxos de residus industrials i crear un ecosistema empresarial nou i poc convencional. L'estudi va abordar la relació entre les indústries de l'automoció i la construcció, els mecanismes per a la transferència de coneixement entre ambdues i com l'experiència i el "know-how" dels fabricants d'automòbils es poden aplicar a l'elaboració d'una nova arquitectura orientada als mitjans. En particular, aquest article analitza tres estratègies de reutilització que tenen com a objectiu demostrar com els subproductes de xapa metàl·lica dels fabricants d'automòbils es poden transformar en embolcalls d'edificis, com ara un sistema de pantalla de pluja de doble façana, un sistema d'ombreig i un revestiment de pell de panell pla. Els estudiants van explorar un enfocament conegut com a "disseny orientat als mitjans", que inverteix el mètode de pensament típic del "disseny orientat a objectius" començant pels materials disponibles, en aquest cas el flux de residus d'automòbils, i explorant el seu potencial, en lloc d'un objectiu predeterminat.

it. The primary goal of this study is to create an applied resource-based research and educational model using circular economy as an approach for diverting manufacturing waste to design, engineer, and prototype building components and test their applications on non-residential buildings.

As a former model industrial city, Detroit provides a test bed for creating industrial symbiosis, a relationship between two or more industries, where the unwanted by-products of one industry are used as a resource by the other. In a recent graduate-level architectural design studio, the author partnered with General Motors to explore the regeneration and the reuse of by-products automotive sheet metal through the power of design, whose results might end being potentially poetical. The studio offered new solutions for building envelopes made from industrial waste flows and create a new and unconventional business ecosystem. The studio addressed the relationship between the automotive and building industries, the mechanisms for the transfer of knowledge between the two, and how the experience and "know-how" of automakers can

be applied to the making of new means-oriented architecture. In particular, this paper discusses three reuse strategies that aim to demonstrate how by-products sheet metal from automotive manufacturers can be transformed into building envelopes, such as a double-façade rain screen system, a shading system, and flat panel skin cladding. Students explored an approach known as "means-oriented design," which reverses the typical "goal-oriented design" thinking method by starting with the available materials, in this case automotive waste flow, and exploring their potential, rather than a predetermined goal.

The presented design research experiment examines a unique model for reusing non-hazardous industrial waste to advance the current knowledge in the fields of building materials, industrial engineering, circular economy, and sustainable manufacturing. The model seeks novel concepts of reusing manufacturing waste flows by matching its physical characteristics to the requirements of building elements through students' participation. The proposed model can

L'experiment de recerca de disseny presentat examina un model únic per reutilitzar residus industrials no perillosos per avançar en el coneixement actual en els camps dels materials de construcció, l'enginyeria industrial, l'economia circular i la fabricació sostenible. El model busca nous conceptes de reutilització dels fluxos de residus de fabricació, fent coincidir les seues característiques físiques amb els requisits dels elements constructius mitjançant la participació dels estudiants. El model proposat es pot replicar i aplicar a altres indústries manufactureres per obrir més possibilitats de recerca per reutilitzar una gran varietat de residus sòlids no perillosos. Els resultats de l'estudi poden transformar l'enfocament lineal actual dels elements de construcció i el disseny dels components a un de circuit tancat, que garanteix beneficis econòmics, socials i ambientals multidimensionals. També s'espera que els resultats canvien l'enfocament de les pràctiques actuals de gestió de residus de la indústria manufacturera del reciclatge convencional a la reutilització creativa amb la indústria de la construcció, que promet un estalvi energètic substancial. L'estudi també ofereix un banc de proves per a l'educació del disseny basat en la investigació, integrat per millorar la participació en la recerca dels estudiants.

## Des de residus d'automòbils fins a sobres d'edificis

En el món de la cuina, el terme "vístols" es defineix com les parts d'un animal sacrificat que es consideren deixalles o deixalles.<sup>13</sup> Aquests "residus" inclouen la gola, el cor, l'estómac, el fetge i el cervell de l'animal. El terme "pa de dolç" s'utilitza per descriure el que alguns consideren aquests òrgans com una delícia. Destacats cuiners d'arreu del món estan aprofitant aquest "malbaratament" i creen noves receptes de plats comestibles. El fabricant d'automòbils General Motors ha adoptat aquest terme per descriure els seus fluxos de subproductes de xapa, considerats com a residus, i generats a partir de l'estampació i estampació de les finestres i altres parts de la carrosseria d'un vehicle. Aquestes peces

be replicated and applied to other manufacturing industries to open further research possibilities of reusing a wide variety of non-hazardous solid waste. The study results can transform the current linear approach to building elements and component design to a closed-loop one, which ensures multi-dimensional economic, social, and environmental benefits. The results are also expected to change the focus of current waste management practices of manufacturing industry from conventional recycling to creative reuse with the building industry, which promises substantial energy savings. The study also offers a test bed for research-based design education, integrated to enhance students' research participation.

### From Automotive Waste to Building Envelopes

In the world of culinary, the term "offal" is defined as the parts of a butchered animal that are considered refuse or waste.<sup>13</sup> This 'waste' includes the throat, the heart, the stomach, the liver, and the

brain of the animal. The term "sweetbread" is used to describe what some consider these organs as a delicacy. Prominent chefs around the world are taking advantage of this "waste" and creating new recipes for edible dishes. The automaker General Motors has adopted this term to describe its streams of sheet metal by-products, considered as waste, and generated from blanking and stamping the windows and other parts out of the body of a vehicle. These remaining pieces are sent to the scrap pile where they are sold for a low value and, in most cases, de-galvanized, and melted back down 'recycled' to be used as a raw material. Ultimately, this conventional recycling process requires high-energy consumption and as a result, negative environmental and economic impacts. These irregularly shaped sheet metal presents a set of challenges and opportunities. Transforming these excess pieces into building products could potentially have a substantial impact on both the construction and the automotive industries. General Motors' steel offal is considered as a surplus raw material produced by its stamping operations. These are consistently sized, high-

restants s'envien a la pila de ferralla on es venen per un preu baix i, en la majoria dels casos, es desgalvanen i es tornen a fondre "recicladess" per ser utilitzades com a matèria primera. En definitiva, aquest procés de reciclatge convencional requereix un alt consum energètic i, com a conseqüència, impactes ambientals i econòmics negatius. Aquestes xapes de forma irregular presenten un conjunt de reptes i oportunitats. Transformar aquestes peces en excés en productes de construcció podria tenir un impacte substancial tant en la indústria de la construcció com en la de l'automoció. Les deixalles d'acer de General Motors es consideren una matèria primera excedent produïda per les seues operacions d'estampació. Es tracta de peces d'acer de mida constant i d'alta qualitat que es produeixen per les finestres i altres espais s'estampen dels panells de la carrosseria. A causa de la seua mida, forma i qualitat consistents, aquestes peces d'acer galvanitzat són valuoses per molt més que els mercats de ferralla tradicionals. El gruix sol variar entre 0,5 i 3,2 mm, siga electrogalvanitzat o recobert per immersió en calent, i el volum total és de 1.500 tones mètriques per any. General Motors produeix aproximadament 40.000 peces al mes en unes onze formes i mides diferents (Figura 3). Massa sovint a la fabricació, és possible que els enginyers no tinguin el temps ni l'oportunitat de treballar en estreta col·laboració amb els dissenyadors.

L'estudi de disseny presentat anteriorment, va desafiar els estudiants a trobar una aplicació de construcció per a aquest material no convencional i els va animar a revertir el seu procés de disseny típic començant de la part al tot. L'estudi va introduir mostres reals del material i va demanar als participants primer que entenguessen les propietats i limitacions imposades per la xapa amb forma d'amebica i després dissenyaren un embolcall de l'edifici. L'estudi va animar els estudiants a utilitzar processos de fabricació digital i CNC per tallar, modificar, plegar i formar els materials, a més de minimitzar el maquinari per unir les unitats de sobre i reduir els residus de la modificació de les despulles. A causa de la qualitat del material, la mida i el pes de l'acer de despulles, es pot disposar d'una major oportunitat per a les peces. L'experiment va provocar una conversa entre dissenyadors i fabricants per treballar de manera més cohesionada per crear un producte eficient, que pogués ampliar els coneixements dels participants més enllà de les seues disciplines.

quality pieces of steel that are produced when windows and other spaces are stamped out of body panels. Because of their consistent size, shape, and quality, these galvanized steel pieces are valuable for much more than traditional scrap markets. Thickness typically varies from 0.5 to 3.2 mm, either electro galvanized, or hot dipped coated, and total volume is 1.500 metric tons per year. General Motors produces approximately 40.000 pieces per month in about eleven different shapes and sizes (Figure 3). Too often in manufacturing, engineers may not have the time or opportunity to work in close collaboration with designers.

The design studio previously introduced, challenged students to find a building application for this unconventional material and encouraged

them to reverse their typical design process by starting from the part to the whole. The studio introduced real samples of the material and asked participants first to understand the properties and limitations imposed by the amoebic-shaped sheet metal, then design a building envelope. The studio encouraged students to utilize digital fabrication and CNC processes to cut, modify, fold and form the materials in addition to minimize hardware to join the envelope units and reduce waste from modifying the Ofal. Due to the quality of the material, size, and weight of the ofal steel, a greater opportunity can be available for the pieces. The experiment sparked a conversation between designers and manufacturers to work more cohesively to create an efficient product, which could expand the participants' knowledge beyond their disciplines.



Figura 3: Despulles de General Motors apilades i llestes per enviar-les com a ferralla.

Figure 3: General Motors offal stacked and ready for shipping as scrap metals.

## Afegir valor mitjançant el disseny

Quan es van desafiar a utilitzar les deixalles de xapa com a embolcall de l'edifici, els estudiants van desenvolupar algunes preocupacions que calia abordar primer, per exemple, mantenir l'edifici estanc a l'aigua i tenint en compte l'alta transferència de calor aparent a l'acer. L'estratègia d'un estudiant va ser fer servir les onze formes i mides diferents de les despulles sense generar cap excés addicional (Figura 3). El disseny es va basar en produir una mida d'unitat estàndard que correspon a l'escala d'un bloc d'unitat de maçoneria de formigó (CMU) típic de 8 polzades. L'estudiant va desenvolupar un sistema de panells plans exteriors, que s'adaptaven a les vores de les formes irregulars de les despulles, tal com es veu a la figura 3. Es van dissenyar un total de trenta-dues unitats quadrades (8 "x 8") generades a partir dels onze despulles diferents. de la següent manera: Cinc tipus de despulles amb dues unitats, quatre amb tres unitats, una amb quatre unitats i una amb sis unitats. Cada peça de despulles proporcionava quatre plects de 90 graus a cada costat plegats cap a la mateixa direcció. Això va crear una superfície rectangular plana i un costat amb les ales revelades formades a partir dels plects. Aquestes ales podrien

## Adding value by design

When challenged with utilizing the sheet metal offal as a building envelope, students developed some concerns that were necessary to address first, for example, keeping the building watertight and bearing in mind the high transfer of heat apparent in steel. One student's strategy was to utilize all the eleven different offal shapes and sizes without generating any additional excess (Figure 3). The design was based on producing a standard unit size that corresponds to

the scale of a typical 8" concrete masonry unit (CMU) block. The student developed an exterior flat paneling system, which fit within the edges of the irregular shapes of the offal as seen in figure 3. A total of thirty-two square units (8" x 8") generated from all eleven different offal were designed as follows: Five offal types with two units, four with three units, one with four units, and one with six units. Each offal piece provided four 90-degree folds on each side folded towards the same direction. This created one flat rectangular surface and one side with the revealed wings formed

unir-se entre les despulles creant una vora neta i precisa que es podria soldar o reblar.

Hi havia moltes maneres d'organitzar el sistema de panells basant-se en una quadrícula ortogonal. Es van desenvolupar dues composicions de mida diferent utilitzant una de cadascuna de les onze vísceres. El panell més curt consistia en les despulles disposades en un patró aparentment matemàtic de vuit unitats d'alçada i quatre unitats d'ample (2'-8" x 5'-4"). L'altre panell tenia setze unitats d'alçada i dues d'amplada (1'-4" x 10'-8") (Figura 3). La xapa electrogalvanitzada proporciona materials d'acabat exterior duradors que resisteixen la corrosió. La formació de les xapes galvanitzades no va sacrificar el seu recobriments a causa del gruix del recobriments de zinc. El recobriments de zinc galvanitzat en calent pot ser de fins a 60 micres i abastar la vida útil fins a 60 anys.<sup>14</sup> La realització de talls controlats per ordinador (CNC) al sistema de panells plans per fer-los perforats ampliarà els seus usos i aplicacions. Moltes possibilitats de com les despulles perforades poden tenir les ales mirant cap a l'exterior o amagades dins d'una paret de cavitat depenent de l'ús previst de l'edifici i de l'aplicació necessària. Quan el costat pla de les despulles s'enfronta a l'exterior, la seua història de reutilització s'amaga, per la qual cosa adquireix un aspecte molt més convencional. Quan es combinen amb altres vísceres amb els plecs orientats a l'exterior, no només exposen la seua identitat, sinó que també aporten una sensació de misteri al qual hi ha dins de les parets de les despulles planes. El disseny demana optimitzar l'aplicació de la pell a l'edifici minimitzant la manipulació de les despulles individuals i creant una pell de construcció més senzilla. Es pot aplicar un aïllament rígid a l'interior dels panells per minimitzar la transferència de calor similar als panells aïllats estructurals (SIP).

La mida de les despulles determinada pel nombre d'unitats dins de cada forma crea regularitat a partir de les diverses formes irregulars. El disseny va fer un pont entre els materials convencionals i el producte no convencional transformant la xapa. Aquestes peces s'uneixen per fer panells més grans que siguin fàcils de construir i que facen ús de totes les diferents formes de despulles. Aquest disseny va crear un producte de construcció amb un excés de material sense generar cap residu addicional i va permetre la llibertat de moltes configuracions diferents per desenvolupar una pell d'edifici per a gairebé la majoria dels tipus d'edificis.

from the folds. These wings could then come together between the offal creating a clean and precise edge that could be welded or riveted together.

There were many ways to arrange the paneling system based on an orthogonal grid. Two different sized compositions were developed employing one of each of the eleven offal. Shorter panel consisted of the offal arranged in a seemingly mathematical pattern sized eight units high and four units wide (2'-8" x 5'-4"). The other panel was sixteen units high and two units wide (1'-4" x 10'-8") (Figure 3). Electro galvanized sheet metal supplied durable exterior finish materials resisting corrosion. Formation of the galvanized sheets did not sacrifice its coating due to the thickness of zinc coating. Hot dipped galvanized zinc coating can be up to 60 microns and span the life to 60 years.<sup>14</sup> Performing computer numerical controlled (CNC) cuts on the flat paneling system to make them perforated will expand its uses and applications. Many possibilities of how perforated offal can either have the wings facing outward or hidden within a cavity wall dependent upon the intended use of the building and the application needed. When the flat side of the offal faces the

exterior, their reuse story is hidden therefore taking on an appearance that is much more conventional. When paired with other offal with the folds facing the exterior, not only do these expose their identity, but they also bring a sense of mystery to what lies within the walls of the flat offal. The design calls for optimizing the application of the skin on the building by minimizing the manipulation of the individual offal and creating a simpler building skin. Rigid insulation can be applied to the inside of the panels to minimize heat transfer similar to Structural Insulated Panels (SIP's).

The size of the offal determined by the number of units within each shape creates regularity from the various irregular shapes. The design bridged a gap between conventional materials and unconventional product by transforming the sheet metal. These pieces come together to make larger panels that are easy to construct and make use of all the different offal shapes. This design created a building product out of excess material without generating any additional waste and allowed for the freedom of many different configurations to develop a building skin for nearly most building types.

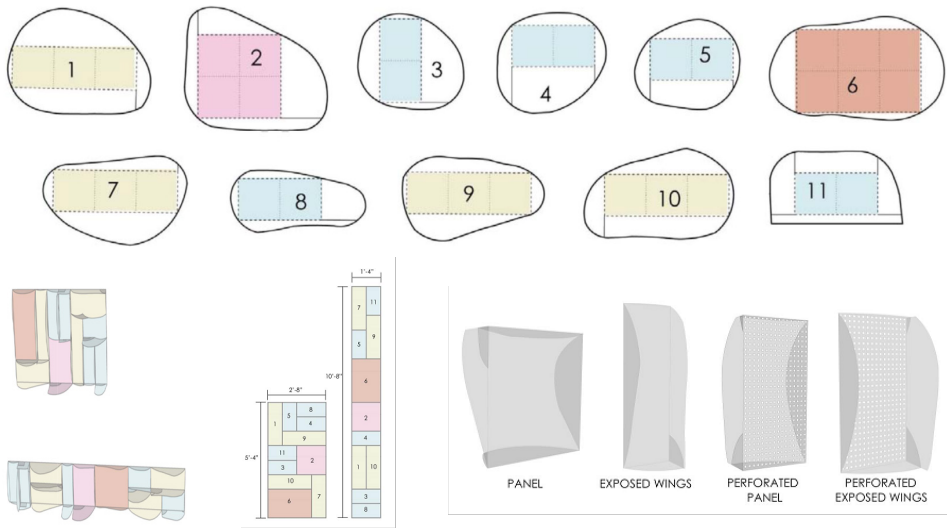


Figura 4: Desenvolupament d'un sistema de panells plans modulars en superfícies sòlides i perforades.

Figure 4: Developing a modular flat paneling system in solid and perforated surfaces.

## Un procés de disseny d'enginyeria inversa

L'experiment de l'estudi va destacar una distinció entre dues metodologies de disseny oposades: un mètode convencional i un altre no convencional. En una entrevista publicada al llibre 'Superuse', Taeke De Jong, professor d'ecologia a la Universitat de Tecnologia de Delft, va identificar dos enfocaments com el "disseny orientat als mitjans" i el "disseny orientat a objectius". El disseny orientat a objectius és el mètode convencional on es defineix l'objectiu (o disseny de l'edifici) i cada decisió serveix per assolir aquest objectiu. No és fins a la fase de desenvolupament del disseny o potser la fase de documents de construcció que s'especificaran i adquiriran els materials adequats. La metodologia de disseny orientada als mitjans, però, és la contrària. És un procés que parteix dels mitjans (o materials) disponibles amb un objectiu final menys estrictament definit. Cal buscar i adquirir els materials abans que el disseny haja arribat a l'etapa detallada. En cas contrari, el procés es complica a causa de la incertesa i la possible fallada tant en l'obtenció com en el detall.

### A Reversed engineering design process

The studio experiment highlighted a distinction between two opposite design methodologies: a conventional method and an unconventional one. In an interview published in the book 'Superuse' Taeke De Jong, a professor of ecology at the University of Technology in Delft, identified two approaches as 'means-oriented design' and 'goal-oriented design'. The goal-oriented design is the conventional method where the goal (or building design) is defined, and every decision

serves to reach that goal. It is not until the design development phase or perhaps construction documents phase that suitable materials will be specified and procured. The means-oriented design methodology, however, is the opposite. It is a process starting from the means (or materials) available with a less strictly defined end goal. It is necessary to first source and acquire the materials before the design has reached the detailed stage. Otherwise, the process becomes complicated due to uncertainty and the potential failure in both sourcing and detailing.

De Jong va concloure afirmant que la majoria dels arquitectes no estan familiaritzats amb un procés tan dinàmic i que el procés és una qüestió d'èmfasi i que en arquitectura, un disseny més orientat als mitjans seria un enfocament refrescant.<sup>15</sup> De la mateixa manera, al seu llibre "Spatial Agency: Other Ways of Doing Architecture" Awan et al. va fer una distinció entre els dos mètodes i va emfatitzar el paper de l'arquitecte com a "incorporador" sent l'únic actor creatiu en el procés de disseny i construcció que podria transformar els residus en bellesa.<sup>16</sup> Bill Addis, al seu llibre "Building with reclaimed components and materials" il·lustra les dues metodologies de disseny oposades, el "disseny normal" i el "disseny amb productes i materials recuperats". Va afirmar: "El món de la recuperació, la reutilització i el reciclatge és gairebé com un univers paral·lel que és pràcticament invisible per a aquells que només estan familiaritzats amb nous materials i components de construcció."<sup>17</sup>

L'experiment de l'estudi amb la xapa de subproducte va destacar la diferència entre els dos processos diferents. El canvi es va produir des de centrar-se en la forma i pensar menys en la seua fabricació i construcció, després decidir sobre els materials i com convertir la pell en realitat. Era fonamental que els estudiants conegueren primer les propietats del material i més tard dissenyaren segons les seues limitacions (Figura 4).

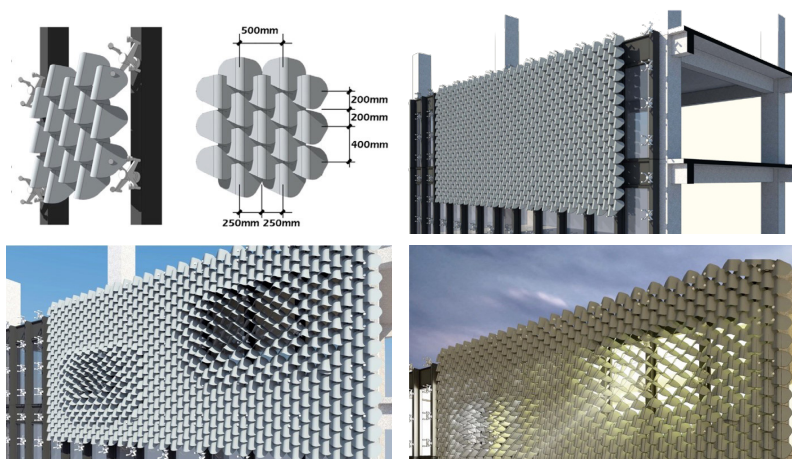


Figura 5: Un sistema de doble façana que utilitza un tipus de despulles GM.

Figure 5: A double facade system using one type of GM Offals.

De Jong concluded by affirming that most architects are not familiar with such a dynamic process and the process is a matter of emphasis and that in architecture, a more heavily means-oriented design would be a refreshing approach.<sup>15</sup> Similarly, in their book "Spatial Agency: Other Ways of Doing Architecture" Awan et al. made a distinction between the two methods and emphasized the role of the architect as an "incorporator" being the only creative stakeholder in the design and construction process who could potentially transform waste into beauty.<sup>16</sup> Bill Addis, in his book "Building with reclaimed components and materials" illustrates the two opposing design methodologies, the 'normal

design' and the 'design with reclaimed products and materials.' He stated, "The world of reclamation, reuse and recycling are almost like a parallel universe that is virtually invisible to those familiar only with new construction materials and components."<sup>17</sup>

The studio experiment with the by-product sheet metal highlighted the difference between the two distinct processes. The shift occurred from focusing on form and thinking less about its making and construction, then deciding on materials and how to turn the skin into reality. It was critical for the students to first know the material properties then design according to its limitations (Figure 4).

## **Detroit com a laboratori per al desenvolupament de noves pràctiques arquitectòniques**

El mural de la indústria de Diego Rivera que va ser seleccionat per aparèixer a la portada de l'exposició "Imaginació arquitectònica" mostra una comprensió més profunda de la relació entre els humans i la màquina a la cadena de muntatge.<sup>18</sup> Els murals de Rivera representen cossos marrons i negres, la violència de l'extracció material, el dolor i el patiment que provoca l'extracció en terres llunyanes i les conseqüències de la investigació científica avançada tant en la vida com en la mort. Una de les figures més grans pintades per Rivera és la màquina d'estampar, representada com un monstre asteca aixafant les soles dels treballadors de la fàbrica. El mural de la indústria dona suport a l'argument d'aquest manuscrit transformant el coneixement de la indústria de l'automòbil a la indústria de la construcció en el marc dels residus. Encara que, com s'ha comentat, alguns estudiosos van classificar Detroit com un cas de mort urbana, sostenim que el renaixement de Detroit s'amaga en els seus recursos de coneixement industrial que requereixen enfocaments multiescala. La reutilització adaptativa com a enfocament pot abastar des de la rehabilitació d'edificis existents fins a la reutilització del coneixement de fabricació i els fluxos de residus. Amb l'interès emergent per combinar la fabricació amb la conservació dels recursos, les sinergies i la transferència de coneixement que no existien entre diferents indústries en el passat es podrien assolir molt avui. A mesura que prenem consciència del problema dels residus en general, anem ampliant els nostres límits com a arquitectes i comencem a adonar-nos de les possibilitats que podem oferir a les nostres ciutats.

Mitjançant la introducció d'un nou entorn d'intercanvi i reutilització de coneixements industrials, la relació equilibrada entre els sistemes tècnics, culturals i vius de Detroit és altament assolible. La nostra exploració amb les deixalles de xapa subproducte va emfatitzar que la comunicació entre diferents indústries podria conduir en escenaris específics a una nova forma d'arquitectura i urbanisme que se centra en la reducció del consum d'energia i els residus materials. La pràctica arquitectònica contemporània també es pot beneficiar del flux de tecnologia que estan produint altres indústries. Quan els materials no convencionals estan disponibles o s'especula que són més beneficiosos

### **Detroit as a laboratory for developing new architectural practices**

Diego Rivera's industry mural which was selected to appear on the front page of the 'Architectural Imagination' exhibit depicts a deeper understanding of the relationship between humans and machine on the assembly line.<sup>18</sup> Rivera's murals represent brown and black bodies, the violence of material extraction, the pain and suffering that extraction provokes in faraway lands, and the consequences of advanced scientific research in both life and death. One of the largest figures painted by Rivera is the stamping machine, depicted as an Aztec monster crushing the soles of the factory workers. The industry mural kind of supports this manuscript's argument by transforming knowledge from the automotive industry to the building industry within the framework of waste. Although, as discussed, some scholars classified Detroit as a case of

urban death, we argue that the rebirth of Detroit is hidden in its resources of industrial knowledge that require multi-scale approaches. Adaptive reuse as an approach can span from refurbish existing buildings to the reuse of manufacturing knowledge and waste flows. With the emerging interest combining making with resource conservations, synergies and knowledge transfer that did not exist between different industries in the past could highly be achieved today. As we become aware of the problem of waste at large, we expand our boundaries as architects and begin to realize the possibilities that we can offer to our cities.

By introducing a new environment of industrial knowledge exchange and reuse, the balanced relationship between technical, cultural and living systems of Detroit is highly achievable. Our exploration with the by-product sheet metal ofal emphasized that communication between



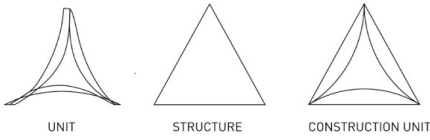
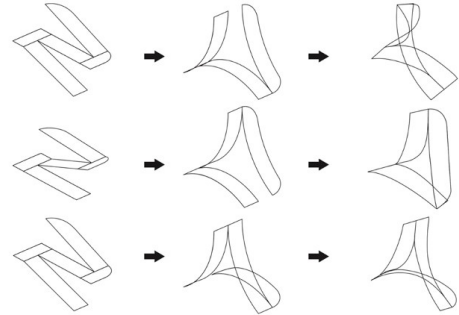
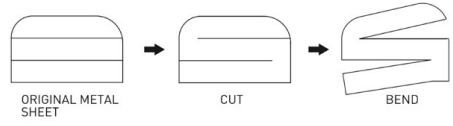
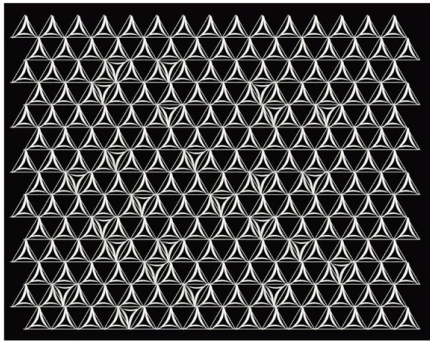
per al medi ambient i l'economia, els arquitectes podrien crear un tipus de sistemes de construcció completament nou. Aquest enfocament invertit canviaria la manera com els dissenyadors pensen sobre els materials no tradicionals i inspiraria la indústria a ser més adaptativa i menys repetitiva. D'aquesta manera, l'arquitectura ja no seria només el reflex del nostre entorn, sinó també una societat interconnectada i interdependent que es comunica per convertir-se en la millor versió de si mateixa. La pràctica de l'arquitectura d'avui, hauria d'integrar experiències i coneixements de fabricació en el procés de disseny en les etapes inicials del disseny perquè els impactes positius puguin influir en projectes futurs. Hi ha molta innovació en els detalls de l'intermedi, per tant, els detalls són l'eix que podria fer que un edifici funcione bé per als seus ocupants. Com a arquitectes, si iniciem el procés no només amb constructors sinó també fabricants, seria possible resoldre els problemes amb més profunditat amb menys diners perduts en la traducció.

L'estudi va explorar les possibilitats de reutilitzar alguns dels recursos propis de Detroit per generar el seu futur mitjançant la creació d'un flux sinèrgic entre dues indústries. Els tres exemples presentats, tal com es veuen a les figures 3, 4 i 5, són només alguns d'una varietat més àmplia d'exploracions de disseny per a aplicacions de construcció. El repte de Detroit, tal com s'indica a l'informe de l'AIA, es pot abordar a través de cinc estratègies: Aprofitar els actius de la ciutat, construint un futur econòmic al seu voltant, preservar i millorar els barris saludables de la ciutat, reconstruir l'economia de la ciutat al voltant de noves indústries i oportunitats, construir el capital humà de Detroit i reconfigurar l'ús del sòl de la ciutat per crear una ciutat més verda i sostenible. Es preveu que l'enfocament presentat ambició de contribuir a respondre a les cinc recomanacions i remodelar un futur prometedor per a la ciutat.

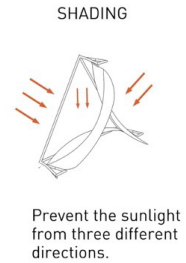
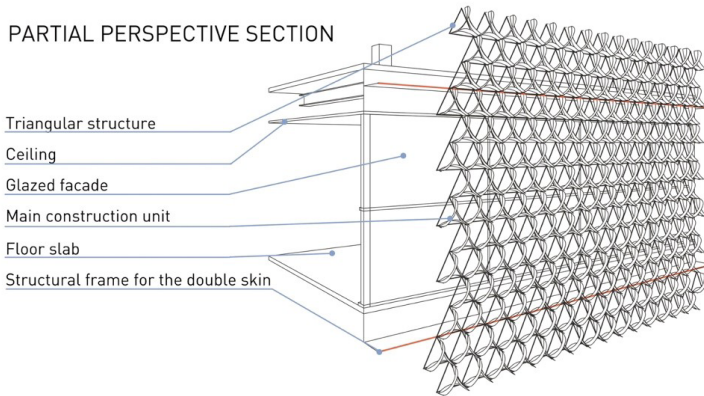
different industries could lead in specific scenarios to a new form of architecture and urbanism that focuses on reduction in energy use and material waste. The contemporary architectural practice can also benefit from the technology flow that is being produced by other industries. When unconventional materials become available or are speculated to be more beneficial to the environment and economy, architects could create an entirely new type of building systems. This reversed approach would change the way designers think about non-traditional materials and inspire the industry to become more adaptive and less repetitive. This way architecture would no longer be just reflecting our surroundings, but also an interconnected and interdependent society that communicates to become the best version of itself. Architecture practice today then, should integrate manufacturing experiences and expertise into the design process at the beginning stages of design so positive impacts could influence future projects. A lot of innovation happens in the details of the in-between, therefore the details are the lynchpin that could make a building perform well for its

occupants. As architects, if we start the process with not only builders but also manufacturers, it would be possible to solve problems more profoundly with less money lost in the translation.

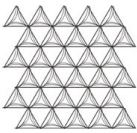
The studio explored the potentials of repurposing some of Detroit's own resources to self generate its future by creating a synergistic flow between two industries. The presented three examples as seen in figures 3, 4, and 5 are only few of larger array of design explorations for building applications. The challenge for Detroit as stated in the AIA report can be tackled through five strategies: Taking advantage of the city's assets, by building an economic future around them, preserving and enhancing the city's healthy neighborhoods, rebuilding the city's economy around new industries and opportunities, building Detroit's human capital and reconfiguring the use of the city's land to create a greener, more sustainable city. It is anticipated that the presented approach ambitions to contribute to responding to all five recommendations and reshaping a promising future for the city.



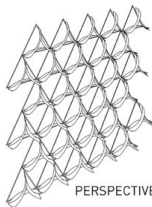
PARTIAL PERSPECTIVE SECTION



BASIC CONSTRUCTION UNIT

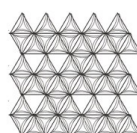


FRONT VIEW

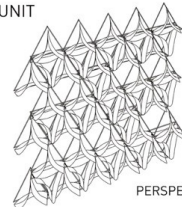


PERSPECTIVE VIEW

VARIED CONSTRUCTION UNIT



FRONT VIEW



PERSPECTIVE VIEW

Figura 6: Exploració en sistemes d'ombregat amb excés de despulles.

Figure 6: Exploration in shading systems with Offal surplus

## Conclusions

Tal com va assenyalar John Bradburn, antic director global de reducció de residus de General Motors, *hem d'arribar a l'estat on els subproductes es consideren de la mateixa manera que veiem el desenvolupament de productes, part de la millora i la innovació constants*. L'objectiu del nostre estudi ha estat demostrar que allò que s'havia vist en el passat com a subproducte o residu industrial és, de fet, la matèria primera per remodelar nous entorns en escenaris concrets. La recerca de l'estudi era trobar la poesia recreant, si no la bellesa, una dimensió estètica a les escombraries, per trobar la perfecció en la imperfecció. Vam introduir la producció potencial de nova arquitectura mitjançant la integració del pensament del sistema amb la reutilització de fluxos de residus d'automòbils no perillosos, reutilitzant així els residus en aplicacions d'edificació. Vam argumentar que una revolució dels recursos podria donar pas a nous paradigmes arquitectònics que estan sorgint mitjançant l'adopció de la reutilització creativa, els processos empresarials sinèrgics i els sistemes d'economia circular. La relació entre les ruïnes industrials de Detroit i l'ecosistema emergent de l'economia circular és inherent a la creació d'una nova simbiosi industrial entre les indústries de l'automoció i la construcció. El futur de Detroit es podria veure com emergint de la transferència de coneixement de l'entorn tecnològic obsolet de l'automoció al de la construcció i la construcció. Es considera que les col·laboracions entre arquitectes, enginyers i fabricants poden influir en el pensament dels professionals fins i tot abans que comence el procés de disseny. L'ús de nous materials no convencionals com les despulles permet a la indústria avançar en la innovació. El mitjà per descobrir el potencial del disseny és emparellar dissenyadors amb diferents experts en diverses indústries. A l'hora de crear una pell d'edifici a partir de les despulles, van sorgir molts problemes, com ara com es connectarien les peces als edificis i, el més important, com portarien el seu propi pes. Tot i que hi ha nombroses maneres d'incorporar les peces en nous dissenys i sistemes, l'èxit dependrà del rendiment de l'aplicació i de la capacitat de fabricar un tipus particular de sistema de suport, suport o corbata que permeta que funcione un sistema de diverses peces eficient per a l'edifici.

## Conclusions

As noted by John Bradburn, former General Motors' Global Waste Reduction Manager, "*We have to reach the state where by-products are viewed the same way we view product development — part of constant improvement and innovation.*" Our studio's goal has been to demonstrate that what had been seen in the past as industrial by-product or waste is, in fact, the raw material for reshaping new environments in specific scenarios. The studio quest was to find poetry in recreating, if not beauty, then an aesthetic dimension in trash itself, to find perfection in imperfection. We introduced the potential production of new architecture through the integration of system thinking with the reuse of non-hazardous automotive waste flows, thereby repurposing waste into building applications. We argued that a resource revolution could make way for new architectural paradigms that are emerging through the adoption of creative reuse, synergistic business processes, and circular economy systems. The relationship between the industrial ruins of Detroit and the emerging circular

economy ecosystem is inherent in creating a new industrial symbiosis between the automotive and the building industries. The future of Detroit could be seen as emerging from the transfer of knowledge from the obsolete automotive technological environment to the building and construction one. It is considered that collaborations between architects, engineers and manufacturing can influence practitioners' thinking before the design process even starts. The use of new unconventional materials such as the offal allows for the industry to push forward regarding innovation. The means to discover design potential is to pair designers with different experts in various industries. When creating a building skin out of the offal, many problems arrived such as how the pieces would be connected to the buildings, and, most importantly, how they would carry their own weight. While there are numerous ways to incorporate the pieces in new designs and systems, success will hinge on the performance of the application and the ability to manufacture a particular type of support system, bracket, or tie that would allow a multi-piece system to work efficiently for the building.

Els impactes més amplis d'aquest estudi són tres. En primer lloc, ofereix beneficis ambientals integrals a través de la reducció del consum d'energia i materials que condueix a una disminució de les emissions de gasos d'efecte hivernacle i la reposició del capital natural. Els beneficis ambientals provenen tant del sector de la construcció com de la fabricació. En segon lloc, s'espera que els seus resultats proporcionen valuosos beneficis econòmics, com ara un augment dels ingressos a través de la reutilització de residus i més oportunitats laborals en un nou sector de reutilització de residus i que es necessiten a Detroit. Els llocs de treball millorats a través de la reutilització de residus també garanteixen beneficis socials indirectes com el creixement econòmic i un medi ambient més net. En tercer lloc, la recerca proposada ensenya i forma estudiants de disciplines d'arquitectura, enginyeria i negocis en el procés d'investigació del disseny basat en recursos, de manera que es faci possible la reactivació d'entorns obsolets com Detroit.

## Notes

- <sup>1</sup> Kristen Kasinsky, "Detroit: Built for the road ahead?" *Michigan Sociological Review* 23 (2009):160-176.
- <sup>2</sup> Peter Eisinger, "Is Detroit dead?" *Journal of Urban Affairs* 36 (1) (2014): 1-12.
- <sup>3</sup> Peter Eisinger, "Reimagining Detroit." *City & Community* 2 (2) (2003): 85-99. doi: 10.1111/1540-6040.00042.
- <sup>4</sup> Alan Mallach, et al., *Cleaner, greener Detroit : a report by American Institute of Architects Sustainable Design Assessment Team* (The American Institute of Architects, 2008).
- <sup>5</sup> The Architect's Newspaper, September 26, 2016.
- <sup>6</sup> Ramona Sonntag, *DeTROY!* (Master of Architecture, School of Architecture, Virginia Tech: 2007).
- <sup>7</sup> Andrew Mangan, *Rethinking the idea of waste in Detroit* (2014): 3-4.
- <sup>8</sup> Detroit City Council Recycling/Environmental Task Force, *City of Detroit Future Solid Waste Plan: Task Force Report* (Detroit City Council, 2007).
- <sup>9</sup> Patrizia Ghisellini, Catia Cialani, i Sergio Ulgiati, "A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems," *Journal of Cleaner Production* 114 (2016):11-32. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>.
- <sup>10</sup> Ahmed Kamal Ali, Ralph Badinelli, and James Jones, "Re-Defining the Architectural Design Process through Building a Decision-Support Framework for Design with Reuse," *The International Journal of Sustainability Policy and Practice* 8 (1) (2013).

The broader impacts of this study are threefold. First, it offers comprehensive environmental benefits through reduced energy and material consumption leading to decreased greenhouse gas emissions and replenished natural capital. The environmental benefits originate from both the building construction and manufacturing sector. Second, its results are expected to provide valuable economic benefits such as increased revenue through waste reuse and increased job opportunities in a new waste reuse sector and which are needed in Detroit. The enhanced jobs through waste reuse also guarantee indirect social benefits such as economic growth and a cleaner environment. Third, the proposed research teaches and trains students across architecture, engineering and business disciplines in the process of resource-based design research so the reviving of obsolete environments such as Detroit becomes possible.

## Footnotes

- <sup>1</sup> Kristen Kasinsky, "Detroit: Built for the road ahead?" *Michigan Sociological Review* 23 (2009):160-176.
- <sup>2</sup> Peter Eisinger, "Is Detroit dead?" *Journal of Urban Affairs* 36 (1) (2014): 1-12.
- <sup>3</sup> Peter Eisinger, "Reimagining Detroit." *City & Community* 2 (2) (2003): 85-99. doi: 10.1111/1540-6040.00042.
- <sup>4</sup> Alan Mallach, et al., *Cleaner, greener Detroit : a report by American Institute of Architects Sustainable Design Assessment Team* (The American Institute of Architects, 2008).
- <sup>5</sup> The Architect's Newspaper, September 26, 2016.
- <sup>6</sup> Ramona Sonntag, *DeTROY!* (Master of Architecture, School of Architecture, Virginia Tech: 2007).
- <sup>7</sup> Andrew Mangan, *Rethinking the idea of waste in Detroit* (2014): 3-4.
- <sup>8</sup> Detroit City Council Recycling/Environmental Task Force, *City of Detroit Future Solid Waste Plan: Task Force Report* (Detroit City Council, 2007).
- <sup>9</sup> Patrizia Ghisellini, Catia Cialani, i Sergio Ulgiati, "A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems," *Journal of Cleaner Production* 114 (2016):11-32. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>.

- <sup>11</sup> Francesco Pacelli, Francesca Ostuzzi, and Marinella Levi, "Reducing and reusing industrial scraps: a proposed method for industrial designers," *Journal of Cleaner Production* 86 (2015):78-87. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.08.088>.
- <sup>12</sup> EPA, *Guide for Industrial Waste Management* (Environmental Protection Agency, 2013). <http://www.epa.gov/wastes/nonhaz/industrial/guide>
- <sup>13</sup> Chris Cosentino, and Michael Harlan Turkell, *Offal good* (Clarkson Potter, 2017).
- <sup>14</sup> Tom Woolley, *Galvanizing and sustainable construction: A specifiers' guide* (European General Galvanizers Association, 2008). <http://www.ribaproductselector.com/Docs/9/03249/external/COL423865.pdf><sup>15</sup> Lacol i La Ciutat Invisible, *Habitar en comunidad. La vivienda cooperativa en cesión de uso* (Madrid: Catarata, 2020), 28.
- <sup>15</sup> Ed van Hinte, Césare Peeren, and Jan Jongert, *Superuse : constructing new architecture by shortcutting material flows* (Rotterdam: 010 Publishers, 2007).
- <sup>16</sup> Nishat Awan, Tatjana Schneider, and Jeremy Till, *Spatial agency: other ways of doing architecture* (Routledge, 2011).
- <sup>17</sup> W. Addis, W., *Building with reclaimed components and materials: a design handbook for reuse and recycling* (Earthscan, 2006).
- <sup>18</sup> Detroit Bryce et al., "Architectural Melancholy: Diego Rivera in 'The Architectural Imagination'." en *Detroit Resists*, ed. Andrew Ersher (University of Michigan, 2016). <https://detroitresists.org/>.

## Referències de les imatges

Figura 1. Photograph: Charles Ommanney / Getty Images

Figura 2. Il·lustració elaborada per l'autor

Figura 4. Il·lustració elaborada per Shellie Saqib

Figura 5. Il·lustració elaborada per Panwang Huo

<sup>10</sup> Ahmed Kamal Ali, Ralph Badinelli, and James Jones, "Re-Defining the Architectural Design Process through Building a Decision-Support Framework for Design with Reuse," *The International Journal of Sustainability Policy and Practice* 8 (1) (2013).

<sup>11</sup> Francesco Pacelli, Francesca Ostuzzi, and Marinella Levi, "Reducing and reusing industrial scraps: a proposed method for industrial designers," *Journal of Cleaner Production* 86 (2015):78-87. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.08.088>.

<sup>12</sup> EPA, *Guide for Industrial Waste Management* (Environmental Protection Agency, 2013). <http://www.epa.gov/wastes/nonhaz/industrial/guide>

<sup>13</sup> Chris Cosentino, and Michael Harlan Turkell, *Offal good* (Clarkson Potter, 2017).

<sup>14</sup> Tom Woolley, *Galvanizing and sustainable construction: A specifiers' guide* (European General Galvanizers Association, 2008). <http://www.ribaproductselector.com/Docs/9/03249/external/COL423865.pdf>

<sup>15</sup> Ed van Hinte, Césare Peeren, and Jan Jongert, *Superuse : constructing new architecture by shortcutting material flows* (Rotterdam: 010 Publishers, 2007).

<sup>16</sup> Nishat Awan, Tatjana Schneider, and Jeremy Till, *Spatial agency: other ways of doing architecture* (Routledge, 2011).

<sup>17</sup> W. Addis, W., *Building with reclaimed components and materials: a design handbook for reuse and recycling* (Earthscan, 2006).

<sup>18</sup> Detroit Bryce et al., "Architectural Melancholy: Diego Rivera in 'The Architectural Imagination'." in *Detroit Resists*, ed. Andrew Ersher (University of Michigan, 2016). <https://detroitresists.org/>.

## Image references

Figure 1. Photograph: Charles Ommanney / Getty Images

Figure 2. Illustration by the author

Figure 4. Illustrations by Shellie Saqib

Figure 5. Illustrations by Panwang Huo

## Bibliografia

### Bibliography

- Addis, W. *Building with reclaimed components and materials: a design handbook for reuse and recycling*. Earthscan, 2006.
- Ali, Ahmed Kamal, Ralph Badinelli, and James Jones. "Re-Defining the Architectural Design Process through Building a Decision-Support Framework for Design with Re-use." *The International Journal of Sustainability Policy and Practice* 8 (1) (2013).
- Awan, Nishat, Tatjana Schneider, and Jeremy Till. *Spatial agency : other ways of doing architecture*. Routledge, 2011.
- Bryce Detroit, Andrew Herscher, Gloria House, Stephanie Mae, Emily Kutil, Ana María León, Kate Levy, Shanna Merola, and Sara Dean. "Architectural Melancholy: Diego Rivera in "The Architectural Imagination"." in *Detroit Resists*, ed. Andrew Ersher. University of Michigan, 2016. <https://detroitresists.org/>.
- Cosentino, Chris, and Michael Harlan Turkell. *Offal good*. Clarkson Potter, 2017.
- Detroit City Council Recycling/Environmental Task Force. *City of Detroit Future Solid Waste Plan: Task Force Report*. Detroit City Council: 2007.
- Eisinger, Peter. "Is Detroit dead?" *Journal of Urban Affairs* 36 (1) (2014):1-12.
- Eisinger, Peter. "Reimagining Detroit." *City & Community* 2 (2) (2003):85-99. doi: 10.1111/1540-6040.00042.
- EPA. *Guide for Industrial Waste Management*. Environmental Protection Agency, 2013. <http://www.epa.gov/wastes/nonhaz/industrial/guide>
- Ghisellini, Patrizia, Catia Cialani, and Sergio Ulgiati. "A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems." *Journal of Cleaner Production* 114 (2016):11-32. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>.
- Hinte, Ed van, Césare Peeren, and Jan Jongert. *Superuse : constructing new architecture by shortcutting material flows*. Rotterdam: 010 Publishers, 2007.
- Kasinsky, Kristen. "Detroit: Built for the road ahead?" *Michigan Sociological Review* 23 (2009):160-176.
- Mallach, Alan, Subrata Basu, Stephen A. Gazillo, Jason King, Teresa Lynch, Edwin Marty, and Colin Meehan. *Cleaner, greener Detroit : a report by American Institute of Architects Sustainable Design Assessment Team*. The American Institute of Architects, 2008.
- Mangan, Andrew. *Rethinking the idea of waste in Detroit*. (2014): 3-4.
- Pacelli, Francesco, Francesca Ostuzzi, and Marinella Levi. "Reducing and reusing industrial scraps: a proposed method for industrial designers." *Journal of Cleaner Production* 86 (2015):78-87. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.08.088>.
- Sonntag, Ramona. *DeTROYt*. Master of Architecture, School of Architecture, Virginia Tech, 2007.
- Woolley, Tom. *Galvanizing and sustainable construction : A specifiers' guide*. European General Galvanizers Association, 2008. <http://www.ribaproductselector.com/Docs/9/03249/external/COL423865.pdf>