

JORGE JAVIER CRUZ FLORÍN

Facultad de Ingeniería
Universidad Autónoma de Querétaro

(442) 192 12 00, ext. 7048
jorge.javier.cruz@uaq.mx

Maestría en Diseño e Innovación

02



**APLICACIÓN DE RESIDUOS DE CANTERA EN EL DISEÑO
DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS.
CASO DE ESTUDIO: ESCOLÁSTICAS, PEDRO ESCOBEDO**

**QUARRY WASTE APPLICATION IN THE DESIGN OF BUILDINGS MATERIALS.
CASE STUDY: ESCOLÁSTICAS, PEDRO ESCOBEDO**

RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo lograr la preservación de una de las técnicas tradicionales con mayor relevancia del estado de Querétaro: el labrado de cantera, a partir del diseño de subproductos derivados del desperdicio del proceso y de una metodología específica. Al incorporar el diseño e innovación social en la comunidad y al seguir un proceso sustentable, se planteó aprovechar el desperdicio residual, el cual representa una amenaza para su desarrollo profesional y crecimiento económico, ya que son factores directamente relacionados con la deserción de la actividad artesanal.

Los canteros de Escolásticas, Pedro Escobedo, Querétaro, generan desperdicios que no son aprovechados en su totalidad debido a que desconocen las herramientas de diseño. Es así que la cantidad de inversión, que realizan para la compra y manejo de las materias primas, no es recuperada mayormente. Además de que ofrecen una variedad limitada de productos al mercado actual.

Los subproductos creados por medio de los desperdicios suponen un mayor aprovechamiento de la inversión y, de esta manera, aumenta su capacidad productiva. Ante esta situación, el integrar una metodología de diseño de producto enfocada en la disminución de errores en cada etapa y adaptada a las capacidades productivas de una comunidad como Escolásticas, donde más del 60% de la población total depende de esta actividad económica para subsistir y en la que se producen residuos del labrado, da como resultado elementos constructivos diseñados para su incorporación en nuevos mercados.

Palabras clave: labrado de cantera, subproducto, sustentabilidad.

INTRODUCCIÓN

La responsabilidad del diseño para el desarrollo social y comunitario

Actualmente, el diseño del producto ha seguido diferentes vertientes que han sido moldeadas a partir de las necesidades de la sociedad, la producción, la economía y el mercado. En cuanto a esto, uno de los principales objetivos ha sido la

búsqueda de la permanencia y relevancia del objeto-producto, más allá de la velocidad de cambio del mercado actual, llegando a la conclusión de que entre los principales caminos para conseguirlo está el enfocarlo en la sociedad que lo produce, comercializa y utiliza (Mallet, 2014).

Como establece Victor Papanek (1984) en su libro *Diseñar para el mundo real*:

La responsabilidad del diseñador ha de ir más allá de estas consideraciones. Su buen juicio social y moral tiene que entrar en juego mucho antes de que empiece a diseñar, porque tiene que juzgar, apriorísticamente, además, si los productos que se le pide que diseñe o rediseñe merecen su atención o no. En otras palabras, si su diseño estará a favor o en contra del bien social.

Y es justo de este precepto que surge la idea de plantear un producto que ayude al desarrollo de una de las comunidades artesanales más relegadas de nuestro estado: la comunidad de Escolásticas, Pedro Escobedo.

Para adentrarnos, el *Manual de Diferenciación entre Artesanía y Manualidad* del Fondo Nacional para el Fomento de las Artesanías (2016) define la artesanía como "un objeto o producto de identidad cultural comunitaria, hecho por procesos manuales continuos, auxiliados por implementos rudimentarios y algunos de función mecánica que aligeran ciertas tareas". A esto agregaríamos que comúnmente emplea materia prima que es obtenida en la región donde habita el artesano, como es el caso de la comunidad de Escolásticas, donde los bancos de cantera se encuentran dentro de la misma comunidad.

De igual manera, la artesanía cuenta con diversos valores estéticos, simbólicos, ideológicos y culturales que van conformando la calidad de los productos y que están ligados a la destreza del autor (FONART, 2016). En el documento citado también se define la cantería como "el labrado de piedras duras con las que se hacen fuentes, columnas y toda clase de adornos para fachadas" (FONART, 2016). Aunque esta definición excluye muchas de las aplicaciones que actualmente se llevan a cabo por los canteros, establece que la labor del labrado es una de las ramas de la artesanía.

ANTECEDENTES

Comunidad cantera en búsqueda de la innovación de productos: Escolásticas, Pedro Escobedo

El municipio de Pedro Escobedo se ubica en la región suroeste del estado de Querétaro y colinda con los municipios de El Marqués y Colón en el Norte, con Tequisquiapan en el Este, con San Juan del Río en el Sureste, y con Huimilpan en el Suroeste (Núñez-Miranda, 2006), como se muestra en la Figura 1. El municipio cuenta con una población total de 68,313 habitantes, lo que equivale a un 3.35% de la población total del estado (INEGI, 2015).



Figura 1. Mapa del Estado de Querétaro
Fuente: INEGI (2015).

Dentro del municipio de Pedro Escobedo se encuentra la comunidad de Escolásticas (véase Figura 2), la cual ha destacado por su producción en labrado de materiales pétreos. Esta localidad cuenta con una población estimada de 2,510 habitantes, lo que equivale al 3.6% de la población total del municipio y al 0.12% de la población total del estado de Querétaro.

La comunidad de Escolásticas se ubica a 14 km de la cabecera municipal de Pedro Escobedo y a 11 km de la de Huimilpan, lo que propicia que los habitantes de la población utilicen los servicios de salud y comercio de ambas cabeceras de manera indiferente. Dentro de la comunidad se cuenta con un centro de educación de nivel precolar, una primaria, una secundaria y una escuela de bachilleres (INEGI, 2015).

En Escolásticas se realiza una de las actividades artesanales más importantes de la región: el labrado de cantera, la cual le ha permitido a la comunidad ser reconocida nacional e internacionalmente por la destreza en la ejecución de las piezas y las características del material que se extrae ahí mismo.

En los últimos años, ha disminuido la venta de productos labrados dentro de la comunidad por la falta de un mercado apropiado para la colocación de las piezas, de tecnología para el desempeño de su profesión de manera más eficiente, y de atención por parte de las autoridades estatales y municipales para la promoción de la comunidad, lo que ha puesto en peligro la supervivencia de la profesión. A partir de un acercamiento de carácter etnográfico a la comunidad se identificaron estas carencias. En cuanto a los artesanos, ellos han expresado que la falta de incentivos gubernamentales para la difusión de las técnicas



Figura 2. Vista satelital de la comunidad de Escolásticas y localización de los talleres de labrado. Fuente: INEGI (2016)

tradicionales y de señalización para llegar a la comunidad también han sido de los principales factores de este decrecimiento de ventas en la comunidad.

Durante las entrevistas con los artesanos canteros de la comunidad de Escolásticas, el Sr. Isidro Saldaña, con más de 20 años de experiencia en el oficio, y el Sr. Enrique Maya, con más de 7 años de experiencia, se obtuvo la siguiente información:

- Aproximadamente el 60% de la población de la comunidad está ligado al oficio de labrado de cantera, ya sea en la extracción, transporte, dimensionado, producción de figuras (como maestro artesano o como ayudante), acabados o comercialización.
- Existen alrededor de 150 talleres de labrado de cantera en la comunidad y cada taller está conformado por entre uno y cinco canteros.
- En la actualidad, hay alrededor de 80 personas dedicadas de manera exclusiva a la elaboración de figuras labradas de gran formato. La mayoría de éstas pertenece a la misma familia.
- Para la explotación de los bancos de cantera, la distribución del trabajo es de manera jerárquica por medio de la experiencia y controlada por los miembros de la misma comunidad.
- La mayoría de la tecnología que se utiliza en Escolásticas para la transformación de la cantera es adaptada y manufacturada por los artesanos y especialistas de la comunidad, quienes toman como referencia tecnolo-

gías y herramientas comerciales que son accesibles para ellos, ya sea por el precio o por la disponibilidad en la región.

El acercamiento con la comunidad sirvió para identificar el proceso de elaboración de productos de cantera, que va desde la extracción de la materia prima en los bancos de la comunidad, hasta la transformación a través del labrado en los talleres (Figura 3) y la comercialización de los productos.

Cada una de estas etapas genera un costo que es absorbido por el artesano y que debe ser considerado para la estimación del precio final del producto. Bajo este modelo de trabajo, se ha detectado que mucha de la materia prima se desperdicia durante su transformación por medio del labrado, lo que supone un costo que no es recuperado en la comercialización.

A partir de una búsqueda de diversos estudios antropológicos y proyectos ejecutados en el rubro de productos artesanales, se identifica el siguiente panorama para la comunidad de Escolásticas: los artesanos se enfrentan a la falta de un ingreso constante y dependen de la demanda de sus clientes que suele ser imprecisa. Se mantienen principalmente de proyectos de gran tamaño que llevan entre 3 y 24 meses en completarlos, lo que mantiene a los canteros sobreviviendo económicamente de los pagos adelantados de los clientes. Estos ingresos se van dando de forma variada a discreción de los compradores, y dependen de la destreza y velocidad de los canteros.

Este modelo de trabajo, sin lugar a dudas, es un escenario común en el ámbito del desarrollo artesanal en nuestro país y es extrapolable a dife-



Figura 3. Interior de un taller de labrado de cantera. Fuente: fotografía propia



| PIEZA | TRITÓN | CHIMENEA | COLUMNA | BANCA | CENICERO |
|------------------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|-----------------|
| TIPO | Escultura de gran formato | Elemento constructivo | Elemento constructivo | Omamental | Objeto Producto |
| PRECIO | \$20,000.00 | \$8,000.00 | \$2,300.00 | \$1,200.00 | \$50.00 |
| COSTO MATERIA PRIMA | \$5,000.00 | \$600.00 | \$1,000.00 | \$400.00 | \$10.00 |
| DEPRECIACIÓN HERRAMIENTA | \$5,000.00 | \$300.00 | \$300.00 | \$100.00 | \$1.50 |
| MANO DE OBRA | \$10,000.00 | \$7,000.00 | \$1,000.00 | \$700.00 | \$28.50 |
| TOTAL DE HORAS TRABAJADAS | 600 h | 72 h | 48 h | 12 h | 1.5 h |
| PORCENTAJE ESTIMADO DE DESPERDICIO | 35% | 40% | 5% | 5% | 15% |
| INGRESO POR HORA DE MANO DE OBRA | \$16.66 | \$98.61 | \$20.83 | \$58.33 | \$19.00 |
| ARTESANO QUE PROPORCIONÓ EL DATO | Enrique Maya | Bryan Tovar | Refugio Bocanegra | Refugio Bocanegra | Jose Luis |

Figura 4. Estimación de ingreso promedio por hora de labrado de cantera
Fuente: elaboración propia

rentes comunidades. Además, trae como consecuencia: un mercado cambiante e impredecible, una dependencia de la demanda de sus clientes, la falta de innovación en los productos y la competencia entre el gremio de canteros, lo cual limita el alcance que podrían tener si se ejecutara con mayor eficiencia y asertividad la producción.

La cantera es uno de los materiales regionales más abundantes en el estado de Querétaro que permite trabajar a los artesanos con piedras naturales de diferentes colores y texturas, muy atractivas para el diseño y elaboración de productos. Su explotación y producción se da en la misma comunidad, por lo que un proyecto que impulse a los artesanos, también beneficiará a los trabajadores de los bancos de cantera. De esta manera, se impactará en el desarrollo económico, social y medio ambiental de una comunidad donde la mayoría de los habitantes realiza actividades laborales relacionadas con la manufactura de productos.

Al depender de la velocidad y calidad de labrado, se estima que la ganancia real de los canteros es de cuarenta pesos en promedio por hora, donde se tiene un rango variable de entre \$16.00 a \$100.00 pesos por hora. Estos datos son variables por una serie de factores: tamaño y complejidad de la pieza, destreza del cantero, dureza de la piedra, cantidad de desperdicio y característica de los materiales pétreos, capacidades tecnológicas del taller de labrado, constancia de pago por parte de los clientes y cantidad de material que debe ser retirada en la geometrización inicial de la pieza. En la Figura 4, se presenta una estimación con la información proporcionada por los artesanos, ya que no se cuenta con un estudio actualizado y preciso que determine cuál es la ganancia real promedio por hora de los labradores de cantera:

Frente a este escenario y al tener en cuenta que por cada trabajo el artesano genera desperdicios de material que eventualmente se con-

vertirán en un gasto adicional, se trabajará en el desarrollo de nuevos productos, cuyo objetivo sea la participación activa de miembros de la comunidad para lograr el aprovechamiento de esos desperdicios.

Al respecto, el desconocimiento de herramientas metodológicas que permiten potencializar la labor artesanal al considerar tendencias de diseño de productos, evita impulsar la participación de los artesanos en nuevos mercados, que cuentan con un gran número de consumidores y buscan adquirir objetos de uso cotidiano realizados con técnicas tradicionales y destacan el valor cultural de lo "hecho a mano". Al lograr el posicionamiento de los productos de cantera en el mercado local y nacional, se impactará de manera positiva en la percepción económica de los artesanos canteros mediante el incremento en ventas y la disminución del tiempo de elaboración.

Ante esta situación, la producción de piezas de cantera de menor escala se puede comercializar con mayor facilidad, a diferencia de las figuras de gran tamaño que trabajan en la actualidad los artesanos canteros de la comunidad de Escolásticas.

Por los antecedentes antes mencionados, se han detectado las siguientes características en la comunidad que fortalecen la decisión de trabajar en un proyecto de diseño e innovación de producto con los canteros de Escolásticas, Pedro Escobedo, Querétaro:

- La pérdida de las técnicas tradicionales ha sucedido constantemente en los últimos años en diferentes puntos del país y ha estado principalmente ligada a la desconexión entre el alcance de la producción artesanal y las exigencias del mercado contemporáneo (Martínez, 2012). A partir de la implementación de un proyecto de diseño social se pretende lograr la preservación de la técnica tradicional del labrado de cantera, poniendo en práctica estrategias que ayuden a la difusión, la valoración por parte de los consumidores y su consolidación como una de las actividades artesanales más destacadas de Querétaro.
- La falta de innovación en los productos y el desconocimiento de nuevas tecnologías y procesos ocasiona que los artesanos se coloquen lejos del potencial que su oficio podría tener.

(FONART, 2016). A partir de la implementación de un proyecto de diseño social se les brindarán las herramientas metodológicas que les permitirán desarrollar productos correspondientes a las necesidades actuales del mercado.

- El rezago tecnológico en la profesión de los canteros ha llevado a los practicantes del oficio a implementar nuevas tecnologías sin ningún tipo de asesoría o respaldo técnico o científico, pensadas principalmente en mejorar los tiempos de producción y dejando a un lado las especificaciones de seguridad e higiene, que han provocado un aumento de enfermedades respiratorias (Cabello, 2014; Jiménez, 2014). A partir de un proceso adecuado se reforzará la seguridad laboral y la prevención de riesgos en la salud, así como las afectaciones graves por la aspiración de polvo, que generalmente pasan desapercibidas.
- Al cumplir con las características de artesanía, según la Matriz de Diferenciación entre Artesanía y Manualidad del Fondo Nacional para el Fomento de las Artesanías (FONART, 2016), su preservación es relevante para la cultura y la identidad nacional. En otras regiones, las investigaciones con línea en diseño social han resultado en la preservación de las actividades artesanales, destacando así la pertinencia del proyecto en nuestra región.

Objetivos del proyecto. Una propuesta desde la sustentabilidad

Este proyecto ha tenido como objetivo diseñar subproductos, a partir de residuos generados en el proceso de labrado de cantera de la comunidad de Escolásticas, para su uso en acabados de construcción.

La decisión de enfocarse en la búsqueda de la innovación social a través del diseño de nuevos productos nace por una detección de problemáticas de los mismos artesanos y un análisis de cómo el diseño de productos puede proveer alternativas que les permitan engrandecer la labor artesanal.

De esta manera, es multifactorial la búsqueda de una innovación en el proceso y no nece-

sariamente en el resultado, como suele suceder. Los parámetros impuestos por los mismos artesanos en cuanto a la ejecución de su oficio y su disposición a modificar los elementos, que fueron establecidos con un instrumento de percepción artesanal, las tendencias actuales de diseño contemporáneo, diseño mexicano y diseño artesanal que favorecen a ciertos productos en los mercados actuales, las capacidades y limitaciones tecnológicas del grosso de la población en Escolásticas, y el objetivo de la reducción de desperdicios son el eje central del proyecto de innovación, enfocándose de esta manera en las bases de la sustentabilidad y sus implicaciones sociales, económicas y medioambientales. Hoy en día, la comunidad de Escolásticas cuenta con diversas características que la diferencian del resto de las comunidades artesanales de la región, y se determinan a continuación.

Como objetivos particulares del proyecto, se establecieron los siguientes:

- Identificar los procesos, tecnologías y productos dentro de la comunidad de Escolásticas, a través de métodos de observación y documentación gráfica.
- Caracterizar los desperdicios generados a partir de los procesos de labrado de cantera en la comunidad de Escolásticas, mediante un diagrama de procesos y tecnologías.
- Contextualizar el oficio de cantero de la comunidad de Escolásticas mediante la aplicación de herramientas de Diseño para la Innovación Social.
- Desarrollar propuestas de diseño de acabados de construcción en el proceso y producto, haciendo uso de los residuos, basada en principios geométricos de teselado.
- Validar la reducción de residuos mediante la aplicación de un instrumento de medición a través de una encuesta de percepción.

Es relevante considerar las implicaciones de desarrollo sustentable que el proyecto podría tener en toda la comunidad de Escolásticas, ya que, al reforzar la actividad del labrado bajo los parámetros de la reutilización de materiales de desperdicio para la generación de nuevos productos, se puede satisfacer las necesidades actuales sin comprometer a las generaciones futuras (García, 2010), como

lo plantean los tres pilares de la sustentabilidad: social, económico y medio ambiental.

Impacto social: Al implementar las mejoras en la producción, se espera lograr una disminución en aflicciones médicas derivadas de la práctica de extracción y labrado de cantera como son enfermedades respiratorias, principalmente la neumoconiosis, que sucede por la falta de material de seguridad y que se desarrolla al ingerir grandes cantidades de polvo en los pulmones durante su proceso (Cabello, 2014; Jiménez, 2014).

El proyecto pretende aumentar la capacidad de percepción económica de los canteros de la comunidad de Escolásticas, lo que se manifestaría en el incremento de su calidad de vida. Se plantea que el diseñador no es sólo responsable de la creación de productos, si no también responsable de la creación y mejora de escenarios cotidianos que promuevan el bienestar de la población (Manzini y Vezzoli, 2015; Balboa y Domínguez-Somonte, 2014)

Impacto económico: Al realizar el proyecto, se considera el aumento en la percepción económica de manera constante a través de la venta de productos en los diferentes mercados y que les permita obtener una mayor ganancia por su trabajo en un menor tiempo de realización.

Como lo establecen los preceptos de economía circular, un ciclo cerrado de producción permite que todos los involucrados en la elaboración de un producto sean beneficiados (Balboa y Domínguez-Somonte, 2014). El proceso completo de la elaboración de productos labrados en cantera es llevado a cabo por diversos familiares de los mismos artesanos, desde la extracción de la materia prima hasta la comercialización, por lo que la mejora en cualquiera de los procesos tendría un impacto positivo en la percepción económica de todos los involucrados.

Impacto ambiental: La transformación de la cantera mediante técnicas tradicionales de labrado tiene un menor impacto ambiental, ya que la materia prima es inerte y se obtiene de manera natural en la región, además de que el tiempo de vida de producto es largo ya que se erosiona muy lentamente mediante el paso de los años.

Para la implementación de un ciclo cerrado, se debe de tomar en cuenta que cada *output* se devuelve al ecosistema como nutriente o se convierte en un *input* para la realización de un nuevo subproducto (Balboa y Domínguez-Somonte, 2014). Se requieren mínimos combustibles fósiles para el traslado de materia prima de un proceso a otro dentro de la línea de producción.

La innovación social es una de las tendencias dentro de las áreas sociales, donde se busca dar otra perspectiva a los problemas de la sociedad a partir de la implementación de nuevas herramientas tales como el diseño. Como lo establece Cloutier (2003): “La innovación social es una respuesta nueva a una situación social que es juzgada como insatisfactoria, situación susceptible de manifestarse en todos los actores de la sociedad”.

Las nuevas propuestas para el desarrollo de proyectos de línea social permiten la vinculación con nuevas áreas tales como el diseño de producto, que se utilizará como una herramienta de innovación y brindará ayuda a la comunidad de Escolásticas en la reutilización de sus desperdicios de labrado de cantera. Para ello se recurrirá a las herramientas de diseño, proyección y conceptualización de nuevos subproductos, y procesos que enriquecerán a la práctica del labrado de cantera y les permitirá ampliar su campo de acción comercial a través de la inclusión a nuevos mercados. No se pone en duda la capacidad de los artesanos en su producción ni en el material que emplean, por lo que el aprovechamiento de estos aspectos es lo que da las características de innovación social a este proyecto.

METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE PRODUCTOS. PROPUESTA ADAPTADA PARA PRODUCTOS ARTESANALES DE CICLO CERRADO

Para el desarrollo del proyecto se consideró la Metodología para el Desarrollo de Productos de Ramírez León (2011) que propone la segmen-

tación de los procesos de diseño en 12 pasos, desde el -2 al 9, con la finalidad de hacer más eficiente el proceso de diseño de productos en las industrias, y se enfoca en evitar la duplicación de funciones para la disminución de los costos y tiempos del proceso, es decir, para evitar los ciclos repetitivos (véase Figura 5).

La Metodología para el Desarrollo de Productos está dirigida para implementarse en los productos de manera industrial y contempla un ciclo abierto de producción, comúnmente conocido como “De la cuna a la tumba” (McDonough y Braungart, 2009). Para este proyecto, se adaptaron los objetivos y pasos establecidos con el fin de lograr una metodología enfocada en la potencialización de las capacidades productivas de los artesanos, la generación de módulos constructivos bajo el concepto de subproductos y el establecimiento del ciclo cerrado de producción mencionado (McDonough y Braungart, 2009).

Ramírez León (2011) establece como objetivos de su metodología:

1. Concentrar la mayor cantidad de cambios y modificaciones en las fases iniciales y reducir los costos del proceso.
2. Ayudar para que el trabajo realizado no requiera postprocesos en ninguna de sus fases posteriores.
3. Evitar los ciclos repetitivos en el proceso de diseño y desarrollo de productos.
4. Disminuir los tiempos de desarrollo.
5. Ajustarse a la actual realidad de las empresas, en este caso, de los productores artesanales de cantera.

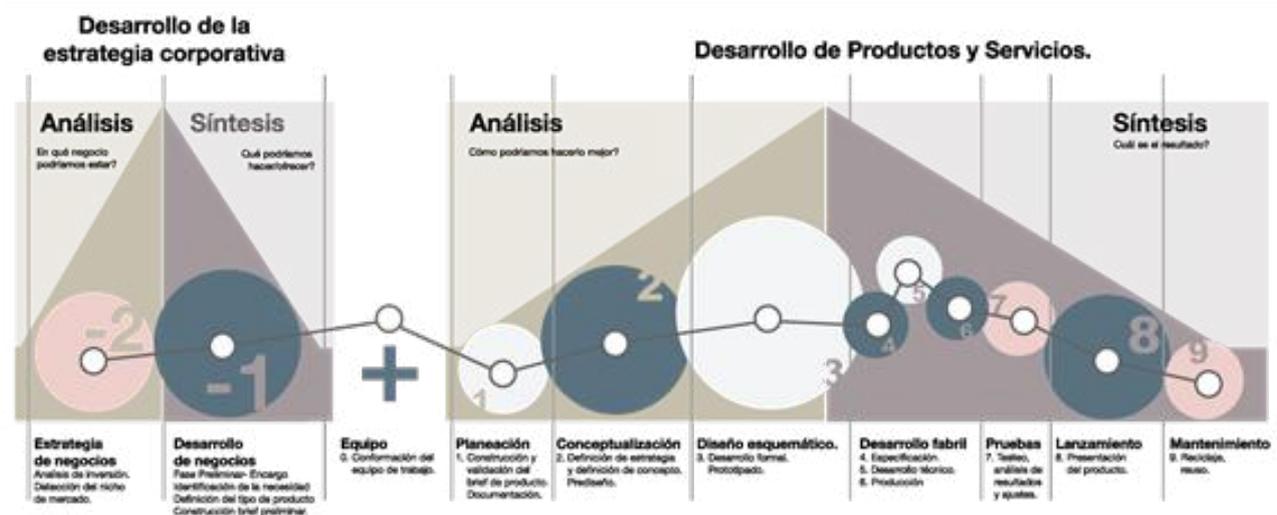


Figura 5. Diagrama general de la propuesta metodológica
Fuente: Ramírez, 2011

La metodología está integrada por los siguientes elementos que distribuyen las fases del proceso en etapas de análisis y síntesis:

Como se muestra en la Figura 5, la metodología divide al proceso en dos etapas generales: el desarrollo de la estrategia corporativa a seguir, y el desarrollo de productos y servicios. Durante las etapas de análisis se utilizan las herramientas de documentación y la planeación. Para las etapas de síntesis es indispensable el concretar el proyecto para obtener un resultado tangible (Ramírez, 2014). La manera en la que se implementó la metodología es la siguiente:

Fase Preliminar (-2): Análisis y detección de las necesidades específicas de los canteros

En esta etapa se trabajó sobre las necesidades expresadas por los canteros y las inferidas por el equipo de trabajo durante los acercamientos a la comunidad, resultado de visitas de campo a la comunidad como parte del proyecto “La UAQ en tu barrio”, en 2016 y 2017, donde alumnos de la UAQ visitaron talleres artesanales para aprender sus procesos de trabajo y se invitó a los canteros a realizar talleres dentro de las instalaciones de la Universidad. Se realizó un análisis de la situación actual de los canteros y se comenzó a trabajar sobre un *brief* del proyecto de posibles productos.

Fase Preliminar (-1): Síntesis y visión del proyecto en función a las necesidades de los artesanos

En esta etapa se definió el tipo de producto a realizar y se elaboró un *brief* preliminar, donde se

describieron los antecedentes del proyecto, sus generalidades y la descripción del problema. Se identificaron las fortalezas, debilidades y amenazas en torno a la competencia de los canteros y se expresan los requerimientos básicos que deberá atender la propuesta a diseñar.

Fase Cero (0): Conformación del equipo de trabajo

Se tomó en consideración el número de artesanos dispuestos a colaborar con el proyecto, diseñadores y personas en general que pudieran aportar desde diferentes ramas (asesores). Se describieron las capacidades, posibilidades y limitaciones de cada miembro del equipo, y se contemplaron los actores externos que intervienen en los procesos previos de extracción y posteriores de comercialización. Se definieron las capacidades tecnológicas y se delimitaron las aportaciones que genera el proyecto al desarrollo social, económico y cultural de la comunidad. Es así que el proyecto contó con un equipo base de 2 artesanos canteros responsables de la producción, 3 diseñadores de productos que se encargaron de la gestión del proyecto y un psicólogo laboral que aportó la estructura para la gestión del trabajo.

Fase uno (1): Construcción y validación del *brief* de producto

En esta etapa se empataron los objetivos del proyecto con las necesidades de los canteros a partir de las capacidades tecnológicas y de las limitantes. Se tomaron en cuenta la disposición de

| ¿CÓMO? | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------|---|---|--|---|--|--|--|
| | ALTA | 9 | Utilizar solamente cantera extraída de Escolásticas, Pedro Escobedo | Reconocimiento de la dificultad en el labrado de cantera | Implementación de moldes y escantillones que estandaricen la producción | Promoción y difusión de la comunidad de Escolásticas | Seguimiento de las tendencias de diseño nacionales e internacionales | Estandarización de precios competitivos en los diferentes mercados |
| | MEDIA | 6 | | | | | | |
| | BAJA | 3 | | | | | | |
| Ubicación | 1 | 6 | | | | 9 | | |
| Material | 2 | 9 | | | | | | |
| Precio | 3 | | | 6 | | | 3 | 9 |
| Calidad | 4 | | | | 9 | | | 3 |
| Técnica | 5 | 3 | | 9 | | 6 | | |
| Diseño | 6 | | | 3 | 6 | | 9 | |
| Criterios objetivos de los como | | | Variación de cantera Rosa, Negra, Griz | Conocimiento de las horas de labrado por pieza | Piezas producidas en serie con las mismas medidas | Relacionar la comunidad con la técnica | Difusión de los productos por medio de nuevos mercados | Mismos precios en diferentes puntos de venta |
| Importancia de la solución | | | 39 | 117 | 72 | 45 | 63 | 30 |

Figura 6. Matriz de función de calidad (QFD) realizada con los artesanos canteros
Fuente: elaboración propia

la materia prima. Al ser una etapa de análisis, se consideró pertinente que todos los miembros del equipo llegaran a un acuerdo para continuar con la siguiente etapa. Durante esta etapa se aplicaron 36 instrumentos de percepción artesanal y disposición a los nuevos productos dentro de la comunidad, que fueron llevados a cabo por taller, conformados por 26 reactivos utilizando la escala de Likert, y dieron como resultado las siguientes inferencias:

- La capacidad tecnológica del artesano y la practica artesanal manifiesta la desvalorización.
- A mayor capacidad tecnológica, menor será el grado de práctica artesanal que se manifieste como desvalorizada.
- Existe una presencia de adopción de procesos tecnológicos que no modifican la forma en cómo perciben su proceso artesanal

Fase dos (2): Definición del concepto de producto

Durante esta etapa se definió la estrategia y el concepto general del producto, a partir de un prediseño. Los resultados del instrumento aplicado en la etapa anterior dieron paso a la elaboración de una matriz de Críticos de Calidad, que se muestra en la Figura 6. De esta manera, en esta etapa se definió el subproducto a realizar, con la mayor cantidad de características posibles para su producción y uso, con el fin de evitar ciclos de repetición en etapas posteriores. También se concluyó el *brief* y se delimitaron los requerimientos finales del producto, los elementos diferenciadores, los arquetipos y la estrategia del producto.

Lo anterior definió los objetivos que debería de perseguir la propuesta de productos, enfocándose en el reconocimiento de la dificultad del labrado de cantera por parte de los clientes, la estandarización de piezas y la posibilidad de la incursión en mercados que no han sido explorados con anterioridad por los canteros.

Requerimientos del producto:

- Piezas modulares de fácil producción que se realicen a partir de los desperdicios del labrado de columnas y losetas.
- Ganancia mayor, por hora en la elaboración de módulos, a la obtenida por

labrado de piezas de mediano y gran formato

- Producción realizada a partir de la tecnología ya existente en la comunidad.

Fase tres (3): Desarrollo formal del producto

Se realizaron el diseño esquemático del producto para la comunidad de Escolásticas y los primeros modelos y prototipos para validar cualidades del producto como la forma, el peso, la función y la viabilidad de la producción, a partir de las capacidades técnicas de los artesanos. Se llevaron a cabo diversas propuestas partiendo de las características geométricas de los residuos seleccionados y las capacidades técnicas de los artesanos. Se seleccionaron los elementos de tesela para repetir figuras geométricas (véase Figura 7) y, de esta manera, estandarizar los procesos de producción a módulos constructivos que permitieran la conformación de un elemento mayor al unir varias piezas entre sí (Figura 8).

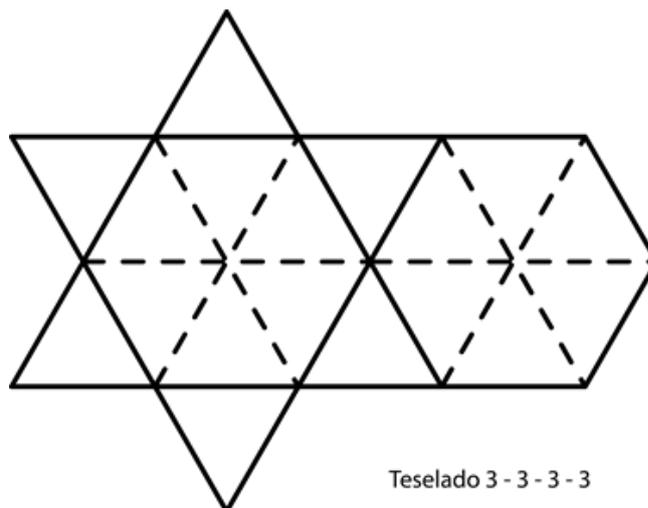


Figura 7. Estructura base a partir de Teselado 3-3-3-3

Fuente: elaboración propia



Figura 8. Detalle de bocetos conceptuales para módulos constructivos de cantera

Fuente: elaboración propia

Fase cuatro (4) y Fase cinco (5): Definición de especificaciones y desarrollo técnico del producto

A partir del alistamiento de herramientas y del proceso de producción artesanal con modelos tridimensionales que permitieran la definición de medidas perimetrales, grosores y alturas, se establecieron las medidas finales y geometrías del producto (Figura 9). Se ejecutaron pruebas de calidad de las piezas, utilizando moldes de producción y escantillones, y se revisaron en conjunto con los canteros. Se definieron tres modelos a trabajar en la primera etapa de producción, considerando que se pudieran utilizar de manera independiente o en conjunto.

Para llevar a cabo la traducción de los modelos 3D digitales y los dibujos constructivos a un lenguaje que los artesanos pudieran entender en su totalidad, se decidió elaborar modelos tridimensionales físicos a escala (Figura 10), realizados con papel batería, ya que suelen utilizar un lenguaje visual y tridimensional en su labor diaria sin la necesidad de planos de producción. Estos modelos fueron bien recibidos por los canteros ya que se simplificó la forma de comunicar detalles espaciales (Figura 11).

El resultado de la elaboración de prototipos a partir de modelos volumétricos fue un acercamiento al producto final con las medidas establecidas y el menor número de correcciones de diseño.



Figura 10. Detalle de modelos tridimensionales a escala de papel

Fuente: elaboración propia



Figura 11. El artesano Enrique Maya con uno de los modelos volumétricos de papel

Fuente: elaboración propia

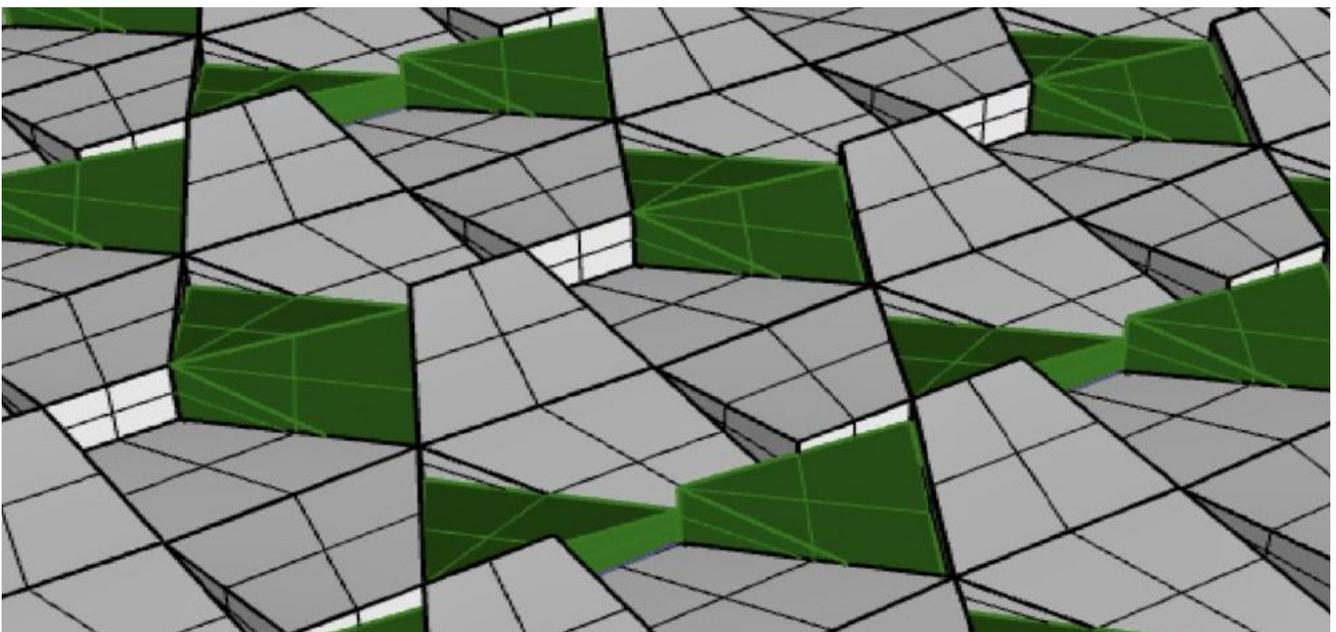


Figura 9. Detalle de modelo 3D

Fuente: elaboración propia

Fase seis (6): Producción de piezas

Esta etapa fue realizada por los canteros de la comunidad de Escolásticas y supervisada por los miembros del equipo de trabajo. Se anticipó que, por las etapas anteriores y las indicaciones dadas a los canteros, no se llevarían a cabo modificaciones o adecuaciones por parte de los responsables de la producción, ya que el diseño del producto cuenta hasta este momento del proceso con las características necesarias para su implementación en serie. Se obtuvieron cinco prototipos a partir de los tres modelos planeados y de los desperdicios generados diariamente en el labrado de cantera por los artesanos. Estos prototipos cumplen con los requerimientos de calidad y poseen todas las cualidades definidas en las etapas previas de la metodología (véanse Figuras 12, 13 y 14).



Figura 12. Prototipo hexagonal 1 realizado con remanentes de centro de columna de cantera rosa
Fuente: elaboración propia



Figura 13. Prototipo triangular realizado con merma de loseta de cantera gris
Fuente: elaboración propia



Figura 14. Detalle de prototipo hexagonal 2 realizado con sobrante de loseta de cantera café
Fuente: elaboración propia

Fase siete (7): Testeo, análisis de resultados y ajustes

Como resultado de la producción de prototipos, actualmente, el proyecto se encuentra en esta etapa, donde se valida el producto en unidad y en volumen respectivamente para confirmar su calidad, la cual es necesaria para su comercialización. A partir de una pequeña serie, se realizan las modificaciones pertinentes y las primeras pruebas con los usuarios y clientes potenciales. Este proceso se llevó a cabo con todos los miembros del equipo de trabajo, haciendo énfasis en la opinión crítica de los artesanos debido a su amplio conocimiento técnico de la producción de piezas labradas en cantera (véase Figura 15).



Figura 15. Evaluación y comparación de los prototipos de cantera con los modelos volumétricos de papel, junto con Enrique Maya
Fuente: elaboración propia

Fase ocho (8): Presentación del producto al mercado

Se prevé implementar nuevas estrategias de difusión y el introducir los productos en nuevos mercados que fueron considerados pertinentes de forma previa. Se valorará si es necesaria la creación de una marca que ayude a consolidar el proyecto para su continuación después del trabajo de investigación.

Fase nueve (9): Mantenimiento y consolidación del proyecto

Se analizan estrategias de reciclaje o de reúso, así como el establecimiento de políticas de calidad y seguimiento de clientes, incorporando garantías de satisfacción y reposición de productos, logrando así un ciclo cerrado en la vida del objeto diseñado.

CONCLUSIONES

Los artesanos de Escolásticas tienen un amplio conocimiento de qué es una innovación y en específico de qué es una innovación tecnológica, debido a que la incorporan en su proceso de manera continua, ya sea por la implementación de diferentes tecnologías que faciliten su trabajo o por la motivación de destacar en un mercado muy competido como lo es la venta de productos dentro de la comunidad. En cuanto a esto, entienden la importancia de una colaboración con diseñadores de producto, ya que valoran las ventajas que les puede traer en términos de tiempo, esfuerzo y ganancias.

Una propuesta de diseño de subproductos representa para ellos la posibilidad de aumentar la variedad de productos que actualmente ofrecen y, a su vez, su conocimiento en temas de producción. De igual manera, son conscientes de la ganancia económica que puede significar para ellos y para sus familias, al incorporar el diseño de nuevos productos que no requieran la inversión en materia prima y que se puedan realizar en un menor tiempo. Es así que se ofrece la ventaja de abrirse a nuevos mercados a los cuales, actualmente, no pueden acceder por el tipo de productos que realizan y los clientes para los cuales trabajan.

La culminación de este proyecto, que tomó como caso de estudio la comunidad de Escolásticas, servirá para impulsar la profesión del labrado de cantera y su posible aplicación a diversas comunidades dentro de nuestro país, las cuales dependen de esta labor para su supervivencia. Posteriormente ayudará a fortalecer la permanencia de una de las técnicas tradicionales de mayor relevancia para nuestra región y a impulsar el diseño de nuevos subproductos en este sector de manufactura que requiere de proyectos interdisciplinarios para su adecuada inserción en mercado.

REFERENCIAS

- BALBOA C., C. H. y Domínguez-Somonte, M. (2014). *Economía circular como marco para el ecodiseño: el modelo ECO-3. Informador Técnico (Colombia)*. Vol. 78 (1), pp. 82-90.
- CABELLO, L. M., Morales, L. A. y Benítez Rangel, J. P. (2014). Competitividad de los artesanos de cantera del Estado de Querétaro a través de la gestión del conocimiento y cadena de valor. *Memoria del IX. Congreso de la Red de Investigadores en Competitividad. Guadalajara*.
- CLOUTIER, J. (2003). *Qu'est-ce que l'innovation sociale?* Québec, Canadá.
- Comisión de las Comunidades Europeas. (2007). *Comunicación interpretativa sobre residuos y subproductos*. Unión Europea, Bruselas.
- Fondo Nacional para el Fomento de las Artesanías (FONART). (2016). *Manual de Diferenciación entre Artesanía y Manualidad. Matriz DAM*. Ciudad de México, México: Secretaría de Desarrollo Sustentable.
- GARCÍA, B. (2010). *Ecodiseño: Nueva herramienta para la sustentabilidad*. Ciudad de México, México: Editorial Designio.
- JIMÉNEZ, J. A. (2014). *La Gestión del conocimiento y la cadena de valor para mejorar la competitividad de los artesanos de cantera del Estado de Querétaro*. Santiago de Querétaro, México: Universidad Autónoma de Querétaro.
- INEGI. (2016). *Espacio y datos de México*. (I. N. Geografía, Productor). Recuperado de: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/default.aspx?ag=220120013>

- INEGI. (2015). *Principales resultados de la Encuesta Intercensal 2015*. Querétaro. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- MALLET, A. (2014). *De Ida y Vuelta: Arquine*.
- MANZINI, E. y Vezzoli, C. (2015). *Diseño de Productos Ambientalmente sustentables*. Ciudad de México, México: Designio.
- MARTÍNEZ, M. (2012). *Creatividad y negocio: el futuro de la artesanía*. Recuperado de: <https://foroalfa.org/articulos/creatividad-y-negocio-el-futuro-de-la-artesania>.
- MCDONOUGH, W. y Braungart, M. (2009). *Cradle to Cradle. Remaking the way we make things*. Londres, Reino Unido: Vintage.
- NUÑEZ-MIRANDA, A. (2006). *Inventario Físico de los recursos minerales del Municipio Pedro Escobedo, Qro*. Inventario, Servicio Geológico Mexicano, Fideicomiso de Fomento Minero.
- PAPANÉK, V. (1984). *Design for the real world*. Barcelona, España: Pol·len edicions.
- RAMÍREZ, C. (2011). Propuesta metodológica para el desarrollo de productos. *Pensamiento & Gestión* (30), pp. 21-45.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (2017). *Glosario de Términos Laborales*. Recuperado de: <http://www.stps.gob.mx/gobmx/estadisticas/Glosario/glosario.htm>

