



Metodología de evaluación del impacto de la transferencia de tecnologías de construcción de viviendas

Methodology to assess the impact of technology transfer in house building

Yoandi Lima Triana
Andrés Olivera Ranero

RESUMEN: En Cuba se lleva a cabo un dinámico proceso de transferencia de tecnologías en contextos locales específicos para cumplir con determinados programas estatales de construcción de viviendas sociales, donde la mayor parte de las decisiones de transferencia tecnológica se asumen como políticas generales. El presente artículo muestra el resultado de una investigación para desarrollar una metodología para la evaluación del impacto de la transferencia de tecnologías para la construcción de viviendas en contextos locales. Para ello se siguió un proceso metodológico que partió de un análisis, selección y síntesis de fuentes bibliográficas relacionadas con las herramientas y métodos de evaluación de impactos, la transferencia de tecnologías y la construcción de viviendas. Todo eso permitió obtener una estructura del método de evaluación, así como realizar una predefinición de dimensiones, variables e indicadores. Como resultado final se aplica dicha metodología para evaluar una tecnología de cubierta en el contexto de un barrio santalareño.

PALABRAS CLAVE: transferencia de tecnología, evaluación de impacto, métodos de evaluación.

ABSTRACT: A dynamic process of transfer of technologies is carried out in Cuba in specific local contexts to fulfill certain state programs of construction of social housing, where most of the decisions of technological transfer are assumed as general policies. The present article shows the result of an investigation to develop a methodology for the evaluation of the impact of the transfer of technologies for the construction of housing in local contexts. In order to this a methodological process was followed that started from an analysis, selection and synthesis of bibliographical sources related with the tools and methods of evaluation of impacts, the transfer of technologies and the construction of housings. All that allowed to obtain a structure of the evaluation method, as well as to carry out a predefinition of dimensions, variables and indicators. As a final result, this methodology was applied to evaluate a roof technology in the context of a neighborhood in Santa Clara City.

KEY WORDS: Transference of technology, impact evaluation, methods of evaluation.

Introducción

En estos momentos Cuba está inmersa en la implementación de determinados programas estatales de construcción y rehabilitación de viviendas sociales, esto motiva el desarrollo de un dinámico proceso de generación, transferencia e introducción de tecnologías en contextos locales específicos.

Las prioridades y acciones en el desarrollo de estos proyectos de transferencia se han centrado en la creación de condiciones técnicas y administrativas para su realización, en la producción de ecomateriales para viviendas y la ejecución de acciones de construcción, rehabilitación y recuperación de daños producidos por los huracanes; sin embargo, no se han desarrollado estudios del impacto en los contextos locales en que estas acciones han tenido lugar. En el caso concreto de Cuba, la mayor parte de las decisiones de transferencia de tecnologías para viviendas hacia los diferentes contextos locales se asumen como políticas generales, sin contemplar especificidades propias de localidades, provincias o regiones.

Por otra parte, no se logra a un nivel aceptable análisis posteriores o de *feedback* que identifiquen, evalúen y permitan extraer conclusiones sobre el impacto que tuvo la transferencia de tales tecnologías, ya sea respecto a los objetivos inicialmente trazados o respecto a sus efectos en otros campos diferentes y complementarios a las metas previstas inicialmente.

Las consecuencias de estos problemas tienen transcendencia en diferentes dimensiones. En el plano económico, porque muchas veces los resultados de la transferencia tecnológica se miden solamente en casas construidas o viviendas intervenidas, sin abarcar otros indicadores, tanto generales como locales. De manera similar, pueden analizarse consecuencias en otros planos, como el social, el técnico o el ambiental, por citar algunos; donde se hace patente la necesidad de contar con métodos y sistemas de evaluación y medición del impacto de las decisiones de transferencia de tecnologías de construcción de viviendas hacia los contextos locales.

Es por ello que es importante y necesario que se apliquen determinadas metodologías que permitan una medición o determinación más rigurosa del impacto de la transferencia de tecnologías de construcción de viviendas a los municipios, lo cual permita identificar las buenas prácticas a mantener y generalizar; así como conocer aquellas vías en que es necesario lograr mayores efectos. Para ello el objetivo de la investigación fue establecer un método para la determinación y evaluación del impacto de la transferencia de tecnologías de construcción de viviendas sociales en el contexto local. Para lograr el mismo se trazó la siguiente hipótesis: Si se determinan las bases conceptuales y los indicadores de impacto de las tecnologías para viviendas y se estructuran en un método de evaluación aplicable a contextos locales, podrá disponerse de una herramienta que permita hacer más efectiva y sustentable la toma de decisiones en materia transferencia tecnológica para programas de viviendas sociales orientados al desarrollo local en las condiciones de Cuba.

Para poder estudiar la evaluación de impacto de la transferencia de tecnología y la relación existente entre dichos términos fue preciso analizar el concepto de cada uno de ellos en su más amplio significado.

La Association of University Managers (AUTM) afirma que “la transferencia de tecnología describe la transferencia formal de derechos de propiedad intelectual a terceros para usar y comercializar nuevos descubrimientos e innovaciones resultado de la investigación científica”. De la definición anterior se desprende que la actividad de transferencia de tecnología es un proceso, y como tal, se puede dividir en “entradas”, “acciones” y “salidas”. [1]

1. De LEÓN, Teresa. “Indicadores para la actividad de transferencia de tecnología”. [en línea]. En: Biblioteca CF+S ciudades para un futuro más sostenible. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 2008. consulta: 20 de abril 2010]. Disponible en: <http://habitat.aq.upm.es/dubai/98/bp992.html>

El término impacto, es definido por varios autores con elementos en común como son, la relación causa-efecto entre la aplicación de un determinado proyecto o programa y el impacto causado, los resultados de dicho proyecto presentes a mediano y largo plazo, los cambios verificados en los grupos o comunidades, así como de qué manera se producen los cambios, es decir, se consideran los efectos previstos o no, negativos o positivos, así como el factor tiempo en la duración de los efectos de una acción. [2,3]

Refiriéndose a la evaluación, varios autores la definen como un proceso que posibilita el conocimiento de los efectos de un proyecto o programa en relación con las metas propuestas y los recursos movilizados. [4,5]

En el terreno específico de la evaluación de impacto, Baker la entiende por el análisis que tiene como objetivo determinar de manera más general si un programa produjo los efectos deseados en las personas, hogares e instituciones y si esos efectos son atribuibles a la intervención del programa. [6]. La autora expone que este tipo de evaluación permite además examinar las consecuencias no previstas en los beneficiarios, sean estas positivas o negativas, en lo cual coincide con otros autores.

En la actualidad existe gran diversidad de procedimientos y métodos de evaluación que persiguen el objetivo de crear un instrumento integral de evaluación. De aquí que para proponer cualquier método con esta finalidad se impone estudiar y analizar esos ya existentes, y extraer las conclusiones que permitan apropiarse de los aspectos positivos y solucionar los errores que presenten.

En la tabla 1 se relacionan diez métodos consultados, que presentan determinadas diferencias entre ellos en la aproximación específica a la temática de estudio, pero que aportaron conceptos e ideas generales para la conformación de un procedimiento para evaluar el impacto de los proyectos de transferencia de tecnologías para la construcción de viviendas. [7]

Tabla 1: Resumen de los métodos de evaluación estudiados. Fuente: Elaborada por los autores.

1- Método de Evaluación de un Proyecto de Difusión y Transferencia de Tecnología. [8]
2- Manual para Evaluación del impacto de los proyectos de desarrollo en la pobreza. [6]
3- Manual para la evaluación de impacto en programas de formación para jóvenes. [9]
4- Metodología de Evaluación de Impacto de programas públicos. [2]
5- Método de evaluación integral. [10]
6- Método cualitativo de evaluación bioclimática, acústica y energética para el diseño y construcción sustentable de viviendas. [11]
7- Método de evaluación cualitativa elemental de materiales para la construcción sustentable de viviendas. [12]
8- Procedimiento para la evaluación de proyectos de viviendas con criterios de sustentabilidad. [13]
9- Herramienta de evaluación de las tecnologías de Ecomateriales. ECOHER. [14]
10- Método de Evaluación del impacto local de la transferencia de tecnologías de construcción y rehabilitación de viviendas con ecomateriales. [15]

El estudio de los métodos presentados revela la inexistencia de un procedimiento integral para evaluar el impacto de los proyectos de transferencia de tecnologías, por lo que el procedimiento que se conformó reunió los principales elementos de los métodos estudiados, ajustados a las condiciones específicas del proyecto.

- GUZMÁN, Marcela. *Metodología de evaluación de impacto*. [en línea]. Santiago de Chile: División de Control de Gestión, 2005. [consulta: 15 octubre 2010]. Disponible en: http://www.dipres.cl/control_gestion/evaluacion_impacto/metodologia_impacto.pdf
- VALIENTE, Pedro y ÁLVAREZ, María Alicia. "Metodología para evaluar el impacto de la Superación de Directivos Educativos". [en línea]. En: *Monografías.com* [consulta: 10 mayo 2010]. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos16/evaluacion-directivos-educacion/evaluacion-directivos-educacion.shtml>
- LIBERA, Blanca Esther. "Impacto, impacto social y evaluación del impacto". En: *Acimed*. [en línea]. La Habana: Biblioteca Virtual de Salud, 2007, vol.15, No.3. [consulta: 20 de abril 2010]. Disponible en: http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol15_3_07/aci08307.htm
- FERNÁNDEZ, Ernesto. "La medición del impacto social de la ciencia y la tecnología". [en línea]. En: *RedHUCyT*. [consulta: el 15 octubre 2010]. Disponible en: <http://www.redhucyt.oas.org/ricyt/interior/biblioteca/polcuch.pdf>
- BAKER, Judy L. "Evaluación del impacto de los proyectos de desarrollo en la pobreza: manual para profesionales". [en línea]. En: *Cámara de Diputados de México*. [consulta: 15 octubre 2010]. Disponible en: <http://www.cddhcu.gob.mx/bibliot/publica/inveyana/polisoc/pdf/0403.pdf>
- LIMA, Yoandi. "Determinación y evaluación del impacto de la transferencia de tecnologías de construcción de viviendas sociales en el contexto local". Tesis de maestría. Tutor: Dr. Arq. Andrés Olivera. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Facultad de Construcciones, 2012.
- ALBICETTE, María Marta, BRASESCO, Rosina y HEGEDÚS, Pedro. "Evaluación de impacto de un proyecto de difusión y transferencia de tecnología". [en línea]. En: *Facultad de Agronomía 'FAgro' de la Universidad de la República del Uruguay*. [consulta: 15 octubre 2010]. Disponible en: http://www.fagro.edu.uy/~ccss/docs/extension/E2_Evaluacion%20de%20impacto.pdf→
- ABDALA, E. "Manual para la evaluación de impacto en programas de formación para jóvenes" [en línea]. En: *Organización Internacional del Trabajo*. Montevideo: CINTERFOR, 2004. [consultado 15 octubre 2010]. Disponible en: http://www.ilo.org/public/spanish/region/ampro/cinterfor/publ/man_eva/index.htm
- FLEITMAN, Jack. *Evaluación Integral*. México: Editorial CANTORI, 1994.

En la tabla 2 se relacionan esos elementos, así como conceptos e ideas generales que constituyen prioridades para la conformación de un método para la evaluación del impacto de los proyectos de transferencia de tecnologías.

Utilizando como referencia las fuentes bibliográficas estudiadas el sistema de categorías quedó definido en dimensiones, variables, indicadores y parámetros evaluadores.

Tabla 2: Resumen de los elementos que aportan los métodos de evaluación estudiados. Fuente: Elaborada por los autores.

Principales elementos que aportan los métodos de evaluación	Fuentes analizadas										Coincid.	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	#	%
Definición de conceptos y técnicas para la evaluación de impacto	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10	100
Herramientas para la medición del impacto	X	X	X	X		X	X	X	X	X	9	90
El enfoque en sistema de la evaluación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10	100
La valoración de los aspectos económicos, ambientales y sociales	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10	100
La estructura metodológica y las principales variables e indicadores a considerar	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10	100
Establece indicadores, atributos, así como criterios de medida y parámetros evaluadores	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10	100
La utilización de un equipo multidisciplinario de expertos para la evaluación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10	100

La categoría dimensión, se identifica como el campo de actividad en que se manifiestan o actúan diversas acciones sobre el objeto de evaluación de impactos, que tienen naturaleza o características generales comunes y la conforman la económica, la ambiental y la social, que están en correspondencia con los enfoques de la sustentabilidad. A estas dimensiones se le suma la tecnológica, por la importancia y la relación con el tema de investigación.

Luego de quedar definida la categoría dimensiones dentro de la estructura de categorías para la herramienta de evaluación, esta se va abriendo internamente en variables, indicadores, y sus parámetros de evaluación. En cada dimensión se especifica un sistema de variables particulares que, si bien algunas pueden ser objeto de precisión, discriminación o refinamiento, permiten instrumentar la evaluación a través de dichas dimensiones.

Dimensiones y variables de la evaluación de impacto de la transferencia de tecnologías

La determinación de variables e indicadores de la evaluación de impacto siguió un proceso metodológico que partió de un análisis, selección y síntesis de fuentes bibliográficas relacionadas con las herramientas y métodos de evaluación de impactos y su relación con las tecnologías y la construcción de viviendas, lo cual permitió realizar una predefinición de tales variables e indicadores, basado en la aplicación del Método de Expertos y cuyo desarrollo no se incluye en el presente artículo en aras de su necesaria brevedad.

Pasos para realizar el diagnóstico e implementación de la evaluación de impacto

La mayoría de los autores consultados coinciden en que aun sin considerar el tamaño, el tipo de programa, ni la metodología usada para la evaluación, se deben seguir varios pasos claves para la definición de dicha metodología.

11. MARTÍNEZ, Manuel A. "Vivienda Ecológica sustentable, métodos, principios y procedimientos bioclimáticos y acústicos para el diseño en el trópico húmedo". Tutor: Dr. Arq. Arnaldo Álvarez López. Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Facultad de Construcciones, 1995.

12. BANCROFFT, Rubén. Método de evaluación cualitativa elemental para la construcción sustentable de viviendas. La Habana: IPSJAE. CECAT, 1993.

13. VELÁZQUEZ, Armando Juan. "Procedimiento para la evaluación de proyectos de viviendas con criterios de sustentabilidad" Tesis de Doctorado. Tutor: Dr. Arq. Fernando Sánchez. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Construcciones, 2003.

14. MEDEROS, Jazmín. "Herramienta de evaluación de las tecnologías de Ecomateriales. ECOHER". Tesis de Grado. Tutor: Dr. Ing. Armando J. Velázquez. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Facultad de Construcciones, 2009.

15. HERNÁNDEZ, Fredy. "Método de evaluación del impacto local de la transferencia de tecnologías de construcción y rehabilitación de viviendas con ecomateriales a escala municipal" Tesis de Grado. Tutor: Dr. Arq. Andrés Olivera. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Construcciones, 2009.

A los efectos del presente trabajo, los autores consideran que la secuencia de pasos que se resumen a continuación, es decisiva especialmente para asegurar la correcta implementación del método de evaluación de impacto.

La metodología para el desarrollo del proceso de evaluación que se propone comprende cuatro fases, en cada una de las cuales se desarrollan una serie de acciones que se refieren a continuación:

1. De diseño de la evaluación:
 - Definición de los objetivos de la evaluación.
 - Análisis contextual de la localidad.
 - Determinación del contenido de la evaluación.
 - Determinación de los métodos y técnicas y elaboración de los instrumentos para la recogida de información
 - Determinación de las fuentes de obtención de la información.
 - Definición de la muestra.
 - Selección de los recursos humanos que intervendrán en el proceso evaluativo.
 - Elaboración del cronograma de ejecución.
 - Planificación de los recursos materiales y financieros.
2. De organización del proceso evaluativo:
 - La preparación de los recursos humanos que participan en el proceso evaluativo.
 - El establecimiento de las relaciones de coordinación entre los participantes.
 - La formación de los equipos de trabajo.
 - El acopio de los recursos materiales necesarios.
3. De recopilación de la información:
 - Observaciones a actividades realizadas por el grupo de tratamiento.
 - Revisión de documentos.
4. De conclusión del proceso evaluativo.
 - El procesamiento de la información.
 - El análisis cualitativo y cuantitativo de la información procesada.
 - La precisión de las consideraciones, inferencias y propuestas de alternativas para la toma de decisiones.
 - La elaboración del informe final.

La caracterización de las acciones que componen las cuatro fases del desarrollo del proceso de evaluación aparece completamente descrita en el cuerpo del trabajo. [7]

Una de las acciones que es considerada de gran importancia es la de: Determinación del contenido de la evaluación.

En esta etapa del proceso se precisaron los elementos que conforman la estructura del método de evaluación quedando definidas las variables, los indicadores de cada una así como los parámetros evaluadores, como se puede apreciar en la figura 1:

En el método propuesto se concretaron cuatro dimensiones de carácter general, 22 variables que caracterizan a las dimensiones y 29 indicadores. A continuación se explica detalladamente en qué consiste cada una de las variables y los indicadores.



Figura 1: Estructura de los elementos que conforman el método de evaluación.

Fuente: Elaborada por los autores.

1. Dimensión Económica

1.1. Componentes de la tecnología: Evalúa lo que representa económicamente que los componentes de la tecnología estén disponibles localmente.

1.1.a. Proporción relativa de componentes locales y no locales

Este indicador pretende medir la proporción de los componentes de la tecnología disponibles a escala local. Mientras mayor sea la proporción de los elementos que se obtienen localmente o en la medida en que más cerca se pueda obtener, mayor y positivo será el impacto.

1.2. Rapidez de ejecución: Valora económicamente la rapidez de ejecución que se logra con el uso de la tecnología.

1.2.a. Facilidad de manejo de los elementos componentes

Este indicador es de criterio y pretende medir la rapidez que se alcanza en la ejecución a partir de la facilidad con que se pueden manejar los elementos componentes de la tecnología. Mientras mayor sea la facilidad de manejo, mayor y positivo será el impacto.

1.3. Relación costo inicial–costo de mantenimiento: Valora la relación que existe entre el costo inicial de la tecnología y los costos de mantenimiento.

1.3.a. Variables de costo

Este indicador pretende medir la relación de costos que existe entre el costo inicial (costo de inversión) de la tecnología y el costo de mantenimiento (mano de obra, materiales, accesorios y piezas) en un período de tiempo dado. Esta variable se mide porcentualmente y mientras mayor sea el porcentaje, mayor y negativo será el impacto. Los costos iniciales y de mantenimiento deben ser manejados por la Unidad Municipal Inversionista de la Vivienda (UMIV).

1.4. Factibilidad económica de aplicación: Evalúa económicamente lo que representa la aplicación de la tecnología en el contexto local específico.

1.4.a. Eficiencia de la tecnología

Este indicador pretende medir el grado eficiencia de la tecnología. La eficiencia se mide por la capacidad de lograr el efecto deseado con el menor costo. Este es un indicador de criterio y mientras mayor sea el criterio de eficiencia, mayor y positivo será el impacto.

1.4.b. Tiempo de amortización

Este indicador pretende medir el tiempo en el que la tecnología es capaz de amortizar la inversión inicial, teniendo en cuenta los niveles de producción. Se mide en unidades de tiempo (días, meses, años) y dependerá del nivel de utilidades en un tiempo dado.

Por ejemplo, con la tecnología se logran utilidades "X" en un tiempo "Y", entonces si se conoce que la inversión inicial es "A" y de acuerdo con los valores de las utilidades, se busca la relación para saber en cuántas "Y" se logra acumular un valor de utilidades "X" + "X" + "X"... equivalente a "A" (monto de inversión inicial) y ese será el tiempo de amortización. Mientras menor sea el tiempo, mayor y positivo será el impacto.

1.5. Uso de equipos o máquinas: Evalúa lo que representa económicamente el uso de equipos o maquinaria especial en la ejecución con la tecnología.

1.5.a. Requerimiento de equipos o máquinas especiales

Este indicador pretende evaluar la proporción del uso de equipos o maquinarias especiales, es un indicador de criterio. Mientras menor sea el porcentaje del uso de equipos, mayor y positivo será el impacto.

2. Dimensión Social

2.1. Posibilidad de mano de obra local: Pretende medir la repercusión social que tiene la cantidad de empleos que proporciona el proyecto y la implementación de la tecnología.

2.1.a. Generación de empleos

Este indicador pretende medir la cantidad de empleos que se generan con el uso de la tecnología. Es un indicador de criterio y se comparan las

líneas base y final. Si la cantidad de empleos aumenta entonces el impacto es positivo si no varía es neutro.

2.2. Cantidad de familias beneficiadas: Evalúa lo que representa socialmente la cantidad de familias que se benefician de acuerdo con la cantidad de viviendas que se construyen con la tecnología en el contexto local donde esta se utiliza.

2.2.a. Viviendas construidas con la tecnología

Este indicador pretende medir la cantidad de familias que fueron beneficiadas con una nueva vivienda que utiliza la tecnología. La unidad de medida es la cantidad de viviendas y se mide porcentualmente, específicamente qué porcentaje representa las viviendas construidas con la tecnología respecto a las cantidad total de viviendas en una localidad determinada. Mientras mayor sea el porcentaje, mayor y positivo es el impacto.

2.3. Aceptación social: Mide el nivel de asimilación de las características de las viviendas construidas con esa tecnología, a partir del nivel de satisfacción del usuario.

2.3.a. Aceptación de los usuarios

Este indicador establece en qué medida aceptan los usuarios la tecnología aplicada en su vivienda. Es un indicador de criterio. Mientras mayor sea el criterio de aceptación, mayor y positivo es el impacto.

2.4. Accesibilidad de la tecnología: Evalúa el grado en el que los usuarios, en un contexto local, pueden acceder u obtener la tecnología.

2.4.a. Tecnología accesible

Este indicador pretende medir, en la población local, el grado de gestión y las formas de acceso social a las tecnologías. Es un indicador de criterio, los datos se recogerán en las encuestas y entrevistas. Mientras más sencillo sea el proceso y mayor la satisfacción de los usuarios pues mayor y positivo será el impacto.

2.4.b. Maquinaria disponible

Este indicador mide la disponibilidad de las maquinarias para trabajar con la tecnología, es un indicador de criterio y mientras más disponibles sean las maquinarias, mayor y positivo será el impacto.

2.5. Apropiabilidad: Evalúa en qué medida el usuario se apropia de la tecnología y la convierta en una tradición constructiva.

2.5.a. Apropiabilidad de la tecnología

Este indicador pretende medir en qué medida el usuario se apropia de la tecnología y la convierta en una tradición constructiva. Es un indicador de criterio y se comparan las líneas base y final para poder determinarlo.

3. Dimensión Ambiental

3.1. Materias primas locales: Esta variable mide en qué medida la tecnología utiliza materias primas locales o importadas y si son renovables o no.

3.1.a. Uso de materias primas de producción local

Este indicador evalúa en qué medida la tecnología utiliza materias primas locales, pues se conoce que esto posibilita disminuir considerablemente los consumos de energía, de aquí su importancia. Es un indicador de criterio y en la medida en que los volúmenes de materia prima sean de carácter local mayor y positivo será el impacto.

3.2. Potencial de reciclaje: Evalúa en qué proporción se recicla en las diferentes etapas del ciclo de vida de las tecnologías.

3.2.a. Uso del reciclaje

Este indicador pretende medir, en las principales fases del ciclo de vida de la tecnologías (extracción de materias primas, manufactura, construcción o puesta en obra, desuso), el nivel de planificación y uso del reciclaje. Es un indicador de criterio, mientras mayor sea el uso del reciclaje, mayor y positivo es el impacto.

3.3. Recursos energéticos: Esta variable evalúa el porcentaje de uso de energías renovables o convencionales, tanto en las tecnologías como en el proceso de obtención de los materiales.

3.3.a. Energías renovables

Este es un indicador de criterio, pretende medir la proporción de energías renovables que se utiliza en el proceso de producción de la tecnología. Se mide porcentualmente y mientras mayor sea el porcentaje, mayor y positivo será el impacto.

3.4. Impacto ambiental: Evalúa las modificaciones que genera la tecnología sobre el medio ambiente teniendo en cuenta aspectos tales como: producción y emisiones de gases nocivos al aire, generación de residuos sólidos y vertimiento de residuos líquidos contaminados.

3.4.a. Producción de desechos no reutilizables

Este indicador pretende medir la proporción de residuos sólidos no reutilizables que genera la tecnología y que no pueden ser reciclados o reutilizados. Es un indicador de criterio y mientras menor sea la producción de desechos, mayor y positivo será el impacto.

3.4.b. Agresividad de la producción y la aplicación

Este indicador evalúa en qué medida el proceso de producción y de aplicación de la tecnología es agresivo con el contexto donde se ubica la misma (talleres, fábricas), teniendo en cuenta: movimientos de tierra, desbroce de vegetación, afectación de especies animales y vegetales, emisiones de ruido. Se mide porcentualmente y mientras mayor sea, mayor y negativo será el impacto.

3.4.c. Emisiones al aire

Este es un indicador de criterio, pretende evaluar si se emiten sustancias nocivas a la atmósfera. Si el resultado tiende al neutro el impacto es positivo.

3.5. Vulnerabilidad tecnológica: Evalúa la capacidad resistente de la tecnología ante la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos. (Esta variable se puede cuantificar por la cantidad de viviendas construidas con la tecnología y que han sido afectadas por eventos hidrometeorológicos en un período de tiempo determinado.)

3.5.a. Vulnerabilidad a eventos hidrometeorológicos

Este indicador mide la vulnerabilidad de la tecnología ante eventos meteorológicos. Se mide por la cantidad de viviendas construidas y que han sido afectadas por eventos hidrometeorológicos en el período de tiempo que se realiza la evaluación. Mientras mayor sea la cantidad de viviendas afectadas, mayor y negativo será el impacto. Se obtienen los resultados de impacto comparando las líneas base y final.

3.6. Confort ambiental a los usuarios: Evalúa el confort ambiental que se logra con el uso de la tecnología.

3.6.a. Contribución al confort térmico de los usuarios

Este es un indicador de criterio y pretende evaluar el grado de confort térmico que ofrece la tecnología. Se mide por la cantidad de familias satisfechas y criterios de especialistas. Mientras mayor sea el nivel de confort, mayor y positivo es el impacto.

$$PV = \frac{\text{\# de viv. afectadas que utilizan la tecnología}}{\text{\# total de viv. que utilizan la tecnología}} \times 100\%$$

4. Dimensión Tecnológica

4.1. Calidad: Evalúa el nivel de cumplimiento que se alcanza en cuanto a los parámetros de diseño de la tecnología, así como el nivel de calidad que se alcanza en las terminaciones y con la ejecución de la tecnología.

4.1.a. Calidad del diseño

Este es un indicador de criterio, pretende medir la calidad en el diseño de la tecnología teniendo como referencia el uso de los parámetros de diseño y las normas técnicas. Mientras mayor sea el cumplimiento de los parámetros de diseño y la existencia de las normas técnicas, mayor y positivo es el impacto.

4.1.b. Terminaciones

Este es un indicador de criterio (usuarios y especialistas), pretende medir el nivel de calidad de las terminaciones que se logran con el uso de la tecnología. Utiliza como referencia criterios técnicos y satisfacción de usuarios. Mientras mayor sea el porcentaje, mayor y positivo será el impacto.

4.2. Durabilidad: Evalúa las características de la tecnología de perdurar en el tiempo.

4.2.a. Tecnología durable

Este indicador pretende evaluar el nivel de durabilidad de la tecnología. Se mide por la vida útil que es el tiempo en el que la tecnología puede mantener sus propiedades. Se obtienen los resultados de impacto comparando las líneas base y final. En la medida que la tecnología sea más duradera en el tiempo, mayor y positivo será el impacto.

4.2.b. Facilidad de conservación

Este indicador evalúa el nivel de dificultad con que se realiza la conservación de la tecnología, teniendo en cuenta el equipamiento y los productos que se necesitan, así como la calificación de la mano de obra. Este es un indicador de criterio (especialistas). Mientras más fácil o menos necesario sea el proceso de mantenimiento, mayor y positivo es el impacto.

4.3. Escala productiva: Evalúa los niveles de producción que se pueden alcanzar con la tecnología (pequeña, media y gran escala).

4.3.a. Escala de producción

Este indicador evalúa la escala de producción que se puede alcanzar con la tecnología (pequeña, media y gran escala). Mientras mayor sean los niveles de producción que se alcanzan mayor y positivo será el impacto.

4.4. Plazos de ejecución: Evalúa los tiempos de ejecución que se alcanzan con el uso de la tecnología.

4.4.a. Plazos de ejecución

Este indicador pretende medir el tiempo en se reducen los plazos de ejecución con el uso de la tecnología. Es un indicador de criterio pero también se puede medir si se conoce el índice técnico que relaciona: cantidad de horas de acuerdo con el número de hombres/m² (h-h/m²).

4.5. Mano de obra especializada: Evalúa el requerimiento de fuerza de trabajo de elevada especialización.

4.5.a. Requerimiento de mano de obra especializada

Este indicador pretende evaluar los niveles de especialización de la mano de obra que requiere la tecnología. Mientras mayor sea el nivel de especialización, mayor y negativo es el impacto.

4.6. Adaptabilidad: Evalúa la capacidad de adaptarla a los cambios tecnológicos.

4.6.a. Adaptabilidad de la tecnología

Este indicador evalúa en qué medida la tecnología se puede adaptar a los cambios tecnológicos a escala nacional. Es un indicador de criterio, mientras mayor sea la posibilidad de adaptarse, mayor y positivo es el impacto.

Determinación de los métodos y técnicas y elaboración de los instrumentos para la recogida de información

Después de un conocimiento del territorio y de la herramienta que se utilizará se procede a recolectar la información necesaria. Dicha información

se puede obtener de dos formas: a partir de los análisis y a partir de las técnicas de recolección.

Las técnicas de recolección y la información obtenida a partir del análisis condiciona la evaluación final del impacto. En este caso, se determinaron como métodos y técnicas a utilizar las encuestas (usuarios), entrevistas individuales (directores, especialistas) y la observación.

Para realizar la entrevista se propone una guía con un formato específico que organiza y agiliza el trabajo del evaluador. Esta guía se estructura en tres partes, la primera refleja los datos necesarios de la evaluación, la segunda son las preguntas que responden a la evaluación posterior de los indicadores y la última es una parte de opinión libre para captar cualquier tipo de información que el especialista pueda ofrecer.

La aplicación de encuestas tiene como objetivo medir los indicadores que dependen de la opinión de los usuarios del proyecto de forma rápida y sencilla, también cuenta con una estructura general donde primeramente se refleja los datos necesarios de la evaluación y la dimensión que está evaluando, después aparecen las preguntas que sirven para la posterior evaluación de los indicadores y al final un espacio para la opinión de los usuarios.

La observación, al igual que los otros instrumentos de recolección debe ser profunda y prolongada buscando la sistematización mediante un esquema previamente elaborado y relevando los aspectos más significativos de la realidad. En forma similar a lo que sucede en las entrevistas: la estructurada guiada por líneas muy pautadas, favorece la recolección y el análisis de los datos. El observador, al finalizar, debe registrar por escrito los aspectos no contenidos en la indagación, el contexto detallado en que transcurrió la observación, sus impresiones respecto a la eficiencia del método y su aplicación concreta.

Para la encuesta y la entrevista, la evaluación utiliza una escala de Likert, como define Lima. [7]

La selección de las herramientas de la evaluación es la llave de una buena sistematización de los datos, eslabón previo a una clara metodología en su análisis y por ende, a la contundencia de las conclusiones aplicables al proceso retroalimentador.

La selección debe tener en cuenta los objetivos planteados, los recursos y el tiempo disponibles, recordando que no existe un modelo único en la teoría ni en la práctica de la evaluación.

En las fuentes bibliográficas estudiadas [8,9,10] se refieren que las técnicas empleadas pueden abordar un enfoque cuantitativo, cualitativo o mixto. Aunque existe abundante literatura en que se comparan los métodos cuantitativos con los cualitativos en la evaluación del impacto, cada vez hay más aceptación de que es necesario integrar los dos enfoques.

En la presente investigación se utiliza una metodología mixta ya que favorece la potenciación de los resultados. En una evaluación cualitativa y cuantitativa: se analiza la información, tanto desde el punto de vista cualitativo (reproduciéndose las respuestas de los entrevistados y destacando por el equipo coordinador los aspectos más relevantes durante la ejecución del proyecto), como cuantitativo (procesando numéricamente las respuestas de los encuestados).

Lo ideal de combinar métodos cuantitativos y cualitativos es que se podrá obtener el efecto cuantificable de un proyecto y una explicación de los procesos e intervenciones que originaron estos resultados.

Aplicación del método de evaluación de impactos de la transferencia de tecnologías.

La aplicación piloto o experimental del método propuesto tiene como objetivo verificar sus condiciones de implementación y la calidad de sus resultados.

Luego de haber analizado una serie de factores la tecnología seleccionada para la evaluación fue la de cubierta por las siguientes razones:

- Es uno de los elementos de mayor incidencia en la durabilidad, calidad y confort de la vivienda.
- Además es una de las etapas de la obra de mayor incidencia en el costo total de la vivienda y de mayor complejidad técnica en una edificación.
- Al mismo tiempo repercute notoriamente en la seguridad estructural de una edificación, pues debe resistir las solicitaciones normales de trabajo y las excepcionales provocadas por huracanes, sismos, lluvias intensas y cambios de temperatura.
- Presenta mayor diversidad tecnológica en la práctica y por constituir una mayor prioridad de los organismos que desarrollan transferencia de tecnologías a los escenarios locales.

Específicamente se seleccionó la solución tecnológica de láminas onduladas de zinc y estructuras metálicas por ser la más representativa en la zona de estudio.

Para la selección del caso de estudio para la aplicación del método de evaluación se tuvieron en cuenta los criterios del Plan General de Ordenamiento Urbano ya que es el principal instrumento en la estrategia de desarrollo y gestión del planeamiento y que concibe el crecimiento del hábitat hacia las zonas de reservas perfectamente identificadas. En el municipio de Santa Clara, existen zonas bien concebidas y una de ellas es la de Brisas del Capiro, que representa el caso de estudio donde se desarrolló la evaluación de la tecnología, pues es un asentamiento de referencia en la aplicación del programa de la vivienda que da respuesta a un gran número de viviendas del plan (figura 2). Además es utilizado por los organismos correspondientes como una especie de polígono de tecnologías, sobre todo de cubiertas. Asimismo, por su ubicación y la cantidad de viviendas, es factible su aplicación en la investigación.

El área objeto de estudio abarca un total de 158 viviendas; 50 corresponden a la tecnología de láminas onduladas y estructuras metálicas, 44 son de tecnología de poliestireno expandido y estructura de viguetas de hormigón armado con carpeta de hormigón; 34 pertenecen a la tecnología de losas de hormigón in situ y 30 corresponden a otras tecnologías (figura 3).



Figura 3: Tipologías de viviendas que se encuentran en el asentamiento. Fuente: Elaborada por los autores.



Figura 2: Microlocalización del asentamiento Brisas del Capiro. Fuente: Elaborada por los autores.

Debido a la variedad de tecnologías, para la definición de la muestra se utiliza el muestreo probabilístico estratificado, es decir, cuando no basta que cada uno de los elementos muestrales tenga la misma probabilidad de ser escogido, sino que además es necesario estratificar la muestra en relación con estratos o categorías que se presentan en la población y que además son relevantes para los objetivos del estudio. De esa forma queda definida para la tecnología de láminas onduladas y estructuras metálicas una muestra de 36 viviendas. Todo esto tuvo como fundamentación la aplicación de diversas herramientas de investigación cuantitativa y cualitativa, las cuales forman parte del acervo base del estudio.

Información recolectada a partir de las entrevistas y las encuestas.
En la tabla 3 se muestran los resultados solo para la dimensión económica pero este trabajo se realizó para cada dimensión.

Por otra parte, para el análisis de los indicadores que conforman cada una de las variables se utilizaron parámetros evaluadores basados en una escala de Likert que consiste en un conjunto de ítems presentados en forma de afirmaciones o juicios ante los cuales se pide la reacción de los sujetos a

Tabla 3: Información obtenida para la dimensión económica. Fuente: Elaborada por los autores.

Indicadores	Parámetro de Medida	Comentario
1.1.a- Proporción relativa de componentes locales y no locales	40 % local	El concepto local en este caso se refiere a la escala nacional, pues el 60 % de los componentes son importados
1.2.a- Facilidad de manejo de los elementos componentes	alta	Según las escalas utilizadas en la encuesta
1.3.a- Variables de costo		Los especialistas entrevistados no tenían información sobre estos indicadores económicos
1.4.a- Eficiencia de la tecnología	media	Según las escalas utilizadas en la encuesta
1.4.b- Tiempo de amortización		No fue posible medirlo porque depende de otros indicadores de los cuales los inversionistas no tenían información
1.5.a- Requerimientos de equipos o maquinarias especiales	baja	Según las escalas utilizadas en la encuesta

los que se les administra. Es decir, se presenta cada afirmación y se pide al sujeto que externé su reacción eligiendo uno de los puntos de la escala. A cada punto se le asigna un valor numérico. Así, el sujeto obtiene una puntuación respecto a la afirmación y al final se obtiene su puntuación total sumando las puntuaciones obtenidas en relación con todas las afirmaciones.

Esto demuestra que los aspectos cualitativos también son susceptibles de mediciones cuantitativas. Por ejemplo sí el grado de aceptación del confort térmico por parte de los usuarios de la tecnología es sistematizado por medio de una encuesta, el aspecto cualitativo “aceptación” tendrá una medición y expresión cuantitativa, por ejemplo: “porcentaje de usuarios que califican el confort térmico como BUENO”.

Resultados de la evaluación del impacto de la transferencia de las tecnologías en el caso de estudio

Luego de haber cumplimentado las etapas de evaluación se pasa al procesamiento primario de la información que implica un largo y complejo

proceso de análisis. A continuación se presenta la tabla 4 de resultados de la evaluación (tabla 4).

Discusión

En la tabla 4 se presentó el resumen de la evaluación del impacto en cada una de las variables que a su vez definen el impacto en la dimensión general. La interpretación de los resultados se traduce en el siguiente análisis.

Tabla 4: Microlocalización del asentamiento Brisas del Capiro. Fuente: Elaborada por los autores.

Tabla de resultados		
Dimensión Económica		Evaluación del impacto
		Negativo
Variable	Resultado	Comentario
1.1	Negativo	
1.2	Positivo	
1.3		No es posible determinarlo por falta de información
1.4	Negativo	
1.5	Positivo	
Dimensión Social		Evaluación del impacto
		Negativo
2.1	Neutro	
2.2	Neutro	
2.3	Negativo	
2.4	Positivo	
2.5		No es posible determinarlo sin la línea final.
Dimensión Ambiental		Evaluación del impacto
		Negativo
3.1	Negativo	
3.2	Neutro	
3.3	Negativo	
3.4	Negativo	
3.5		No es posible determinarlo por falta de información
3.6	Neutro	
Dimensión Tecnológica		Evaluación del impacto
		Positivo
4.1	Neutro	
4.2		No es posible determinarlo sin la línea final.
4.3	Positivo	
4.4	Positivo	
4.5	Positivo	
4.6	Positivo	

Análisis económico

De acuerdo con la aplicación y los resultados de la metodología se determino que el impacto económico de esta tecnología es negativo, aunque los costos por transportación son elevados porque los componentes no se pueden obtener a escala local y otro porcentaje es de importación. Por otra parte existen una serie de indicadores de tipo económicos que son fundamentales para medir algunas variables y que los especialistas desconocen.

Análisis social

El impacto social que genera la transferencia de tecnología es negativo, pues aunque las variables como cantidad de familias beneficiadas y accesibilidad a la tecnología se comportan favorablemente, otras como la

apropiabilidad, la posibilidad de mano de obra local y la aceptación social, que es la de mayor peso en la dimensión, tienen impactos negativos.

Análisis ambiental

El impacto ambiental es negativo pues existen una serie de variables que repercuten en dicha evaluación y en ese caso están las de uso de materias primas locales, la del uso de recursos energéticos no renovables y la de potencialidad de reciclaje que es mínimo. Todo eso unido a que existen otras variables que no se han podido evaluar hacen que la evaluación de esta dimensión se comporte de esa forma.

Análisis tecnológico

En esta dimensión el impacto se comportó de manera diferente a las otras dimensiones, pues la mayoría de las variables tecnológicas entre las que se encuentran la durabilidad, las escalas productivas, plazos de ejecución y adaptabilidad se comportaron de forma positiva permitiendo que el impacto fuera igualmente positivo.

Los resultados de la evaluación en cada una de las dimensiones evidenciaron que el impacto general de la transferencia de dicha tecnología para ese contexto es negativo. La obtención de dichos resultados demostró que el método propuesto es aplicable, efectivo y el conjunto de variables e indicadores propuestos son medibles y mostró la importancia de conocer las acciones que componen sus diferentes fases para lograr una adecuada comprensión e implementación del mismo.

Todo el proceso de implementación y aplicación del método de evaluación del impacto de la transferencia de la tecnología demostró que para que se generen resultados de alta calidad, confiables y generalizables para las autoridades responsables, se requiere de una planificación oportuna, un adecuado diseño de los objetivos, datos adecuados y una combinación apropiada de metodologías cuantitativas y cualitativas.

Además con el objetivo de crear una estrategia de evaluación sólida fue muy importante establecer objetivos claros, definir los indicadores de resultados y acordar de antemano los puntos básicos en que se centrarían la evaluación del impacto. Para ello los instrumentos de recolección de datos se confeccionaron de forma tal, que se pudiera recopilar toda la información que posibilitara evaluar las variables y los indicadores del método.

Del mismo modo, los resultados allí obtenidos demuestran que el proceso de transferencia de la tecnología cubiertas de láminas onduladas de zinc se realiza sin un adecuado estudio de antecedentes, no se transfirió debidamente pues faltaban componentes de la misma y no se realizó una adecuada capacitación al personal que la pondría en uso.

Conclusiones

- De los diferentes métodos de evaluación analizados en el ámbito nacional e internacional orientados a evaluar diferentes temas de la construcción, se concluyó que ninguno resultaba apropiado para el fin que se proponía este trabajo; por lo que se determinaron los elementos válidos aportados por los mismos para incorporarlos al método propuesto.

- El sistema de variables e indicadores se obtuvo a partir del análisis de las experiencias anteriores de otros métodos de evaluación, de la síntesis y representación objetiva de los últimos cambios que se vienen produciendo en nuestro país que se manifiestan en los lineamientos de la política económica y social y de la consulta con expertos y especialistas.

- La aplicación piloto del método propuesto, en la zona seleccionada como caso de estudio, permitió comprobar empíricamente que el mismo es aplicable, y el conjunto de variables e indicadores propuestas son medibles. Además demuestra que los procesos de transferencia de tecnología se realizan sin un adecuado estudio o análisis antecedentes.
- El método de evaluación elaborado garantiza las bases conceptuales y metodológicas que le permiten adaptarse con un enfoque integrador a cualquier caso o escenario específico, para lo cual se deben ajustar únicamente las variables e indicadores y los rangos de valores de los parámetros, en función de los objetivos definidos y teniendo en cuenta las características del escenario que sea seleccionado.
- La aplicación del método de evaluación a una tecnología de cubierta insertada en una zona de estudio ofrece la posibilidad de obtener los indicadores que afectan los resultados y llegar a conclusiones y recomendaciones que permitan a los inversionistas y especialistas en general, tomar decisiones pertinentes en relación con los resultados de la evaluación.
- El resultado de la investigación desarrollada, que tiene como principal salida el diseño de un método de evaluación del impacto de la transferencia de tecnología, constituye una herramienta, que bien manejada, apoyará los planes futuros de construcción de viviendas sociales, evitando que se produzcan toma de decisiones que conduzcan a resultados inadecuados.



*Yoandi Lima Triana
Arquitecto. Instructor, Facultad de
Construcciones, Universidad Central
Marta Abreu de Las Villas.
E-mail: yoandil@uclv.edu.cu*



*Andrés Olivera Ranero
Arquitecto, Doctor en Ciencias
Técnicas. Profesor Titular, Facultad de
Construcciones, Universidad Central
Marta Abreu de Las Villas.
E-mail: aolivera@uclv.edu.cu*