

# El diseño y la ejecución de obra sostenible en el sistema de inversión pública

## The desing and execution of sudtainable works in the public investment system

Recibido: junio 02 de 2022 | Revisado: junio 08 de 2022 | Aceptado: junio 10 de 2022

NELLY PELAEZ-GIL<sup>1</sup>  
JOSÉ IANNAcone<sup>1,2</sup>

### RESUMEN

La presente investigación buscó identificar cómo se relaciona el diseño multidisciplinario (expediente técnico) y la ejecución de una obra sostenible en la fase de funcionamiento del sistema de inversión pública, tomando como referencia el proyecto: “Centro de Investigación de Tratamiento de Aguas Residuales y Residuos Peligrosos - Universidad Nacional de Ingeniería (CITRAR-UNI, Lima, Perú)”, y otros ocho proyectos de inversión pública ejecutados en la UNI, periodo 2019-2021. Se analizaron las variables diseño multidisciplinario (expediente técnico), y ejecución de una obra sostenible fase de funcionamiento. Se trabajó con la información técnica que se encuentra en el Centro de Infraestructura Universitaria de la UNI, así como a través de medios digitales y plataformas de información de acceso público (Ministerio de Economía y Finanzas e INFOBRAS). Se proyectaron los costos en la fase de funcionamiento (a nivel de operación y mantenimiento). La facturación no refleja la realidad en circunstancias de presencialidad de la comunidad universitaria y la facturación de servicios se realiza a nivel de toda la universidad de manera global. Finalmente, se determinó que los proyectos de inversión pública, en el marco de Invierte.pe, cuyo fin es la provisión de la infraestructura necesaria para el desarrollo del Perú, al ejecutarlos de manera sostenible, contribuyen de manera transversal, no solo en términos de salud, productividad y bienestar de la población, sino también de manera económica, la cual impacta positivamente durante la fase de funcionamiento.

**Palabras clave:** construcciones sostenibles, edificios sostenibles, Invierte.pe, medio ambiente, sostenibilidad ambiental en edificaciones

### ABSTRACT

The present investigation sought to identify how the multidisciplinary design (technical file) and the execution of a sustainable work influence in the operation phase of the public investment system, taking as a reference the project: “Research Center for Wastewater Treatment and Hazardous Waste CITRAR-UNI”, and eight public investment projects executed at the National University of Engineering (2019-2021 period). The variables multidisciplinary design (technical file), and execution of a sustainable work phase of operation were analyzed. We worked with technical information that works in the University Infrastructure Center of the National University of Engineering, as well as through digital media and public access

- 1 Escuela Universitaria de Posgrado (EUPG). Grupo de Investigación en Sostenibilidad Ambiental (GISA). Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima-Perú
- 2 Facultad de Ciencias Biológicas. Grupo de Investigación “One Health”. Escuela de Posgrado (EGP). Universidad Ricardo Palma, Lima-Perú

Autor de correspondencia:  
nelly\_pelaezgil@yahoo.es

© Los autores. Este artículo es publicado por la Revista Campus de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de San Martín de Porres. Este artículo se distribuye en los términos de la Licencia Creative Commons Atribución No-comercial – Compartir-Igual 4.0 Internacional (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), que permite el uso no comercial, distribución y reproducción en cualquier medio siempre que la obra original sea debidamente citada. Para uso comercial contactar a: [revistacampus@usmp.pe](mailto:revistacampus@usmp.pe).

<https://doi.org/10.24265/campus.2022.v27n33.06>

information platforms (friendly consultation from the Ministry of Economy and Finance and INFOBRAS). The costs in the operating phase (at the operation and maintenance level) were projected, the billings they do not reflect the reality in face-to-face circumstances of the university community and billing for services is done at the level of the entire university globally. Likewise, it was determined that public investment projects, within the framework of Invierte.pe, whose purpose is the provision of the necessary infrastructure for the development of Peru, by executing them in a sustainable manner, contribute transversally, not only in terms of health, productivity and well-being of the population, but also economically, which has a positive impact during the operation phase.

**Keywords:** Environment, environmental sustainability in buildings, Invierte.pe, sustainable buildings, sustainable constructions

## Introducción

En el sector construcción, a nivel mundial, regional y local, hay un incremento en la preocupación ambiental, lo que conlleva a buscar iniciativas que impulsen mejoras en el manejo de construcciones sostenibles que buscan reducir el consumo energético, utilizar materiales orgánicos o reciclados y promover prácticas de construcción sostenible (Gonzales, 2017). Construir de manera sostenible es importante porque contribuye a mejorar la calidad de vida, presentan menor consumo energético, reduce el consumo de agua, son sostenibles medioambientalmente, y a nivel económico, puede reducir los costos, entre 25 y 40%, de energía eléctrica, y hasta 40% de ahorro en consumo de agua (Wei et al., 2019).

En el Perú, desde el sector privado, se evidencian iniciativas de mejorar la manera de construir de manera sostenible, a través de las certificaciones sostenibles (LEED “sigla de Leadership in Energy & Environmental Design”, EDGE “sigla de Excellence in Design for Greater Efficiencies”, BREEAM “sigla de Building Research Establishment Environmental Assessment Method”, entre otros) (He et

al., 2018; Wu et al., 2018). Sin embargo, no se puede decir lo mismo de los proyectos de inversión pública que son impulsados desde el sector público, en el marco del Invierte.pe (<https://www.mef.gob.pe/es/acerca-del-invierte-pe>), debido a que no considera la construcción sostenible como parte de su política, a pesar de contar recientemente con la Norma Técnica de Edificaciones Sostenibles (Decreto Supremo N° 014-2021-Vivienda).

Dentro de la cartera de proyectos, en el marco del Invierte.pe, la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) (Universidad Nacional de Ingeniería, 2021), Lima, Perú ejecuta el proyecto: “Centro De Investigación de Tratamiento de Aguas Residuales y Residuos Peligrosos (CITRAR-UNI)”, que busca ser el primer edificio de educación superior de una universidad pública en el país en obtener una Certificación Internacional por ser una construcción sostenible fomentando el desarrollo de la construcción sostenible y ser modelo a seguir de los proyectos de inversión pública del país en beneficio del medio ambiente (Ding et al., 2018). Mediante esta investigación, se busca evidenciar la importancia de incluir criterios de sostenibilidad ambiental en

el desarrollo de los proyectos de inversión pública del país, que contribuyan al desarrollo integral y en beneficio del Perú (Ardda et al., 2018).

En la toma de decisiones, durante la etapa de diseño del edificio y de los parámetros de construcción para minimizar la demanda de energía, se ha encontrado que es importante maximizar la producción de energía y el confort térmico de un típico edificio de oficinas de gran altura, obteniendo una reducción de energía final anual del 33% (Geng et al., 2018). La implementación de diseños óptimos, la disminución del transporte de materiales y trabajadores de las construcciones y el aumento de fabricaciones modulares pueden reducir el consumo de materiales y energías y por consecuencia, reducen los impactos ambientales (Kamali et al., 2019).

Se ha identificado las tendencias globales en cuanto al uso eficiente de los recursos, a través de la eficiencia energética y el uso de energías renovables, y su implicancia en los principales sectores económicos del Perú (Riquelme & Avellaneda, 2019). Asimismo, Vargas (2020) señaló los aspectos e impactos ambientales del reciclaje por demolición en obras menores en la Ciudad de Lima, y clasificó los residuos de construcción, estableciendo la importancia del desarrollo sostenible en el sector construcción e indicando que, en el Perú, se carece de políticas que impulsen e incentiven la reutilización y comercialización de materiales de construcción elaborados con estos residuos. Un cambio positivo, en términos del impacto ecológico, se relaciona con los materiales de construcción a lo largo de su ciclo de vida (Zari, 2019). Se ha determinado la

importancia de las compras públicas como herramienta, desde el aparato estatal, para contribuir con la sostenibilidad ambiental (Revilla, 2017).

Asimismo, hay investigaciones relacionadas con las certificaciones verdes en edificaciones, estableciendo que estos sistemas internacionales de clasificación de edificios sostenibles, son importantes por los beneficios a nivel financiero, de salud, productividad, eficiencia y preservación de recursos medioambientales (Baquero, 2019), y que, en países de la región latinoamericana, se vienen implementado desde hace años atrás. El incremento de las certificaciones de edificios sostenibles en Colombia y Brasil, no solo contribuyen al ahorro de recursos y cuidados mediambientales sino que son mejor valoradas, ya que se venden o se arriendan con mayor rapidez (Leskinen et al., 2019).

En el Perú, Lecca & Prado (2019) muestran un caso de análisis de vivienda multifamiliar con la certificación EDGE que presentó ahorro energético y de agua, a comparación de proyectos similares que no ejecutaron su construcción con los parámetros de sostenibilidad. Finalmente, se evidencia el importante rol de las universidades en capacitar a las nuevas generaciones con el paradigma de sostenibilidad en términos ambientales y del involucramiento de las universidades en el uso de tecnologías, seguimiento y fiscalización del reciclaje de obras, en favor a reducir el impacto medioambiental que genera el sector construcción en el país (Pacheco, 2004; Vicente, 2018).

En ese contexto, son muchos los beneficios al construir de forma sostenible. Desde el punto de vista

económico, los costos en energía y agua en mantenimiento son menores al de una construcción convencional debido al menor consumo (energía eléctrica y agua); desde el punto de vista de salud y productividad, con el confort térmico adecuado, hay menor riesgo en salud y mayor productividad de los usuarios. Desde el punto de vista medioambiental, se preserva el hábitat y los ecosistemas de los entornos, se reduce el tratamiento de aguas, sistema de abastecimiento, la contaminación se reduce (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2015). Desde el punto de vista social, los proyectos de inversión pública, en el marco del *invierte.pe*, tienen como objetivo principal mejorar la prestación de bienes o servicios y la provisión de la infraestructura necesaria para el desarrollo del Perú. Ejecutar estos proyectos de inversión pública, de manera sostenible, contribuye de manera transversal los beneficios hacia la población, en términos de salud, productividad, bienestar y económico (Ministerio de Economía y Finanzas [MEF], 2016).

Por lo expuesto, el propósito es evidenciar la necesidad de un cambio en la manera de ejecutar obras públicas por administración directa, y poner en evidencia los múltiples beneficios de construir edificios de manera sostenible (Villa, 2008) como: Edificación con eficiencia en relación al consumo de recursos durante todo su ciclo de vida; edificación económicamente competitiva (el valor de mercado del edificio aumenta); Edificación duradera, accesible para habitar y trabajar en él, saludable, confortable y funcional; y, Edificio respetuoso con el entorno además de ser atractivo, se integra en su

medio cultural y patrimonial, brindando salud a las personas y mejora su imagen de cara a la sociedad, puesto que proyecta valores relacionados con la preocupación medioambiental (Geng et al., 2018).

El objetivo de esta investigación es demostrar cómo influye el diseño multidisciplinario y la ejecución de una obra sostenible -por administración directa de la UNI (Lima- Perú)- en la fase de funcionamiento del Sistema de Inversión Pública. Asimismo, evidenciar la importancia del diseño multidisciplinario en la fase de funcionamiento del sistema de inversión pública y establecer en qué medida, la ejecución de una obra sostenible, por administración directa de la UNI, Lima-Perú, es favorable en la fase de funcionamiento del sistema de inversión pública.

### **Método**

La investigación se centra en las dos últimas fases de los proyectos de Inversión pública: Ejecución y Funcionamiento, desarrollado desde una óptica de sostenibilidad medioambiental, del proyecto de inversión pública denominado "CITRAR-UNI", la cual se viene ejecutando por administración directa en la UNI, enmarcado en el actual Sistema de Inversión Pública del Perú, a través del Centro de Infraestructura Universitaria CIU-UNI.

Para tal nos centraremos en: i) el diseño multidisciplinario, que se encuentra plasmado en el Expediente Técnico (ET), ii) la ejecución de obra, que se realiza una vez aprobado el ET (ambos forman parte de la 3° Fase: Ejecución del INVIERTE.PE), y, iii) la operación y mantenimiento (que corresponde a la

4° Fase: funcionamiento del sistema de inversión pública INVIERTE.PE.)

Se incluyeron en el análisis los proyectos de Inversión Pública por

administración directa ejecutados en la UNI en los últimos cinco años. Se listan nueve proyectos de inversión pública ejecutados en la UNI durante el periodo de estudio (Tabla 1).

**Tabla 1**

*Proyectos de Inversión Pública (PIP) ejecutados en la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), Lima, Perú.*

N°	Código Único de Inversiones (CUI)	Nombre del Proyecto de Inversión Pública (PIP)	Monto viable (S/)	Costo actualizado (S/)
PIP1	2112903	Construcción e implementación de laboratorios de capacitación en telecomunicaciones de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.	5 998 222,00	6 597 544.20
PIP 2	2112994	Modernización del laboratorio de Mecánica (laboratorio N° 4) de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la UNI.	5 995 522,00	26 130 446.00
PIP3	2216753	Ampliación del servicio académico para el ciclo preuniversitario y básico del Cepreuni en el sector T del campus universitario de la UNI.	5 989 375,00	13 324 898.51
PIP4	2109762	Construcción y equipamiento de los laboratorios de química, métodos, automatización y física de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas en el sector O de la UNI.	5 800 633,00	7 540 822.00
PIP5	2094322	Construcción e implementación de aulas y biblioteca de la Facultad de Ingeniería Geológica, Metalúrgica y Minera de la UNI.	5 298 627,00	9 277 463.41
PIP6	2216768	Ampliación y mejoramiento de los servicios de laboratorio N° 1 de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería.	3 545 274,00	3 773 644.92
PIP7	2107797	Mejoramiento del centro de desarrollo tecnológico de petróleo y gas natural del Instituto de Petróleo y Gas (IPEGA) de la UNI.	4 545 789,00	5 9016 42.13
PIP8	2109868	Mejoramiento de los servicios complementarios en apoyo a la actividad académica de la Facultad de Ciencias de la UNI	5 963 705.00	11 534 679.46
PIP9	2171552	Mejoramiento de los servicios del centro de investigación en tratamiento de aguas residuales y residuos peligrosos (CITRAR) de la FIA-UNI Rímac-Lima-Lima	3 778 359.00	16 124 462.51

*Nota.* Nueve (9) Proyectos de Inversión Pública (PIP) ejecutados en la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), según el banco de inversiones del MEF.

Se elaboraron fichas de análisis de datos, vinculadas a la variable diseño multidisciplinario (expediente técnico), a la variable ejecución de obra sostenible y a la variable fase de funcionamiento del sistema de inversión pública, dichos instrumentos fueron validados mediante juicio de tres expertos arquitectos e ingenieros con grado de Doctor. Cabe señalar que los indicadores analizados en los ciclos de vida de los proyectos de Inversión pública buscan mejoras en los términos de sostenibilidad ambiental (Wong & Zhou, 2015).

Los indicadores analizados de la variable independiente  $X_1$ , Diseño multidisciplinario fueron cinco: relación con el entorno, acabados y materiales, transporte alternativo, áreas verdes sostenible y finalmente modelado energético. A dichos indicadores, se le asignaron categorías de evaluación, considerando una escala del 1 al 4, donde 1 es la calificación más baja y 4 es la calificación más alta de cumplimiento por indicador según lo señalado por Ding et al. (2018). Análogamente, se analizó la Variable Independiente  $X_2$ , Ejecución de obra sostenible, cuyos diecisiete indicadores evaluados fueron: densidad del desarrollo y conectividad de la comunidad, transporte alternativo, maximizar el espacio libre (áreas verdes),

diseño de sistema para aguas de lluvias, comisionamiento fundamental de los sistemas de energía del edificio, mínima eficiencia energética, optimización de la eficiencia energética, energía renovable *in situ*, reducción del consumo de agua, paisajismo eficiente, tecnologías innovadoras en aguas residuales, almacenamiento y recogida de reciclajes, gestión de residuos de construcción, contenidos en reciclados, materiales regionales, madera certificada y finalmente materiales de baja emisión. A dichos indicadores, se le asignaron categorías de evaluación, considerando una escala del 1 al 4, donde 1 es la calificación más baja y 4 es la calificación más alta de cumplimiento por indicador, de manera similar a las puntuaciones que realiza el sistema de certificación LEED. Por otro lado, los indicadores analizados de la variable dependiente Y, fase de funcionamiento, recoge las proyecciones de ahorro de consumo en energía eléctrica y de agua potable y alcantarillado. A dichos indicadores, se le asignaron categorías de evaluación, considerando una escala del 1 al 4, donde 1 es la calificación que no considera ahorro alguno y 4 es la calificación que considera ahorro de consumo mayor a 40%. En la siguiente tabla se presenta la valoración de los tres expertos al instrumento (Tabla 2).

**Tabla 2**

*Resultado del consolidado del juicio de tres expertos que validaron los instrumentos para evaluar la influencia del diseño multidisciplinario y la ejecución de una obra sostenible en la fase de funcionamiento del sistema de inversión pública.*

Ficha de análisis de datos	Criterios	Categoría								
		Deficiente (%)		Aceptable (%)		Bueno (%)		Excelente (%)		Comentarios
Ficha de análisis de datos para la variable: Diseño Multidisciplinario (Expediente Técnico)*	Congruencia	-	0	-	0	x	32	x	68	
	Amplitud de contenido	-	0	-	0	x	20	x	80	
	Redacción de ítems	-	0	-	0	x	36	x	64	
	Claridad y precisión	-	0	-	0	x	24	x	76	
	Pertinencia	-	0	-	0	x	28	x	72	
Ficha de análisis de datos para la variable: Ejecución de obra sostenible**	Congruencia	-	0	-	0	x	27	x	73	Ninguno
	Amplitud de contenido	-	0	-	0	x	31	x	69	
	Redacción de ítems	-	0	-	0	x	35	x	65	
	Claridad y precisión	-	0	-	0	x	34	x	66	
	Pertinencia	-	0	-	0	x	39	x	61	
Ficha de análisis de datos para la variable: Fase de funcionamiento del Sistema de Inversión Pública***	Congruencia	-	0	-	0	x	30	x	70	Ninguno
	Amplitud de contenido	-	0%	-	0	x	20	x	80	
	Redacción de ítems	-	0	-	0	x	40	x	60	
	Claridad y precisión	-	0	-	0	x	20	x	80	
	Pertinencia	-	0	-	0	x	30	x	70	

*Nota.* Las categorías asignadas a los criterios corresponden a la evaluación realizada por los tres expertos para las 24 Fichas de análisis de datos:

(\*) Contiene cinco fichas de análisis; (\*\*) Contiene 17 fichas de análisis; y, (\*\*\*) Contiene dos fichas de análisis.

En cuanto a los aspectos éticos, para tener acceso a los Expedientes Técnicos de los Proyectos de Inversión Pública a analizar, se hizo una solicitud de la

información al centro de infraestructura universitaria de la UNI. Asimismo, se recabó información del portal Invierte.pe y de Infobras, que fue usada

exclusivamente para la investigación a realizarse.

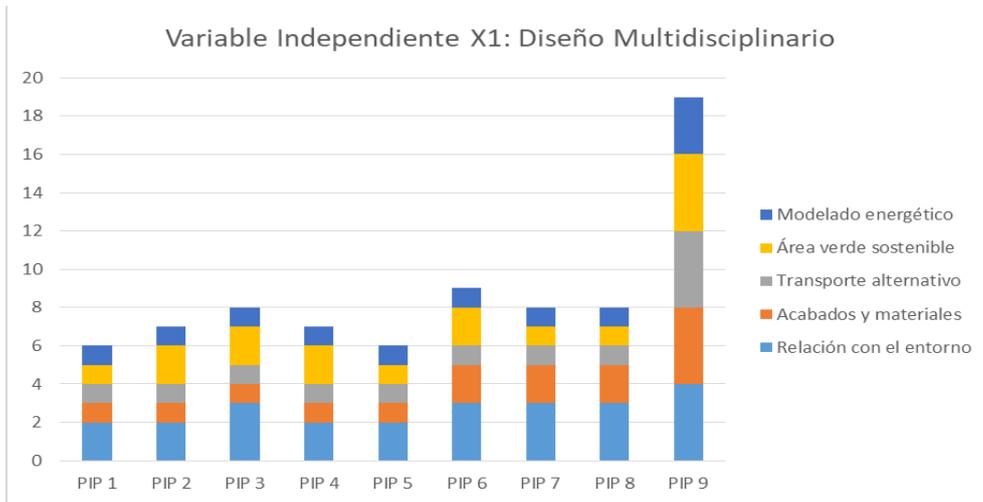
**Resultados**

El PIP 9 “Mejoramiento de los servicios del Centro de Investigación en

tratamientos de aguas residuales y residuos peligrosos (CITRAR)” es el que presenta para la variable Independiente  $X_1$  Diseño multidisciplinario la más alta calificación de cumplimiento, en comparación con los otros PIP analizados (Figura 1).

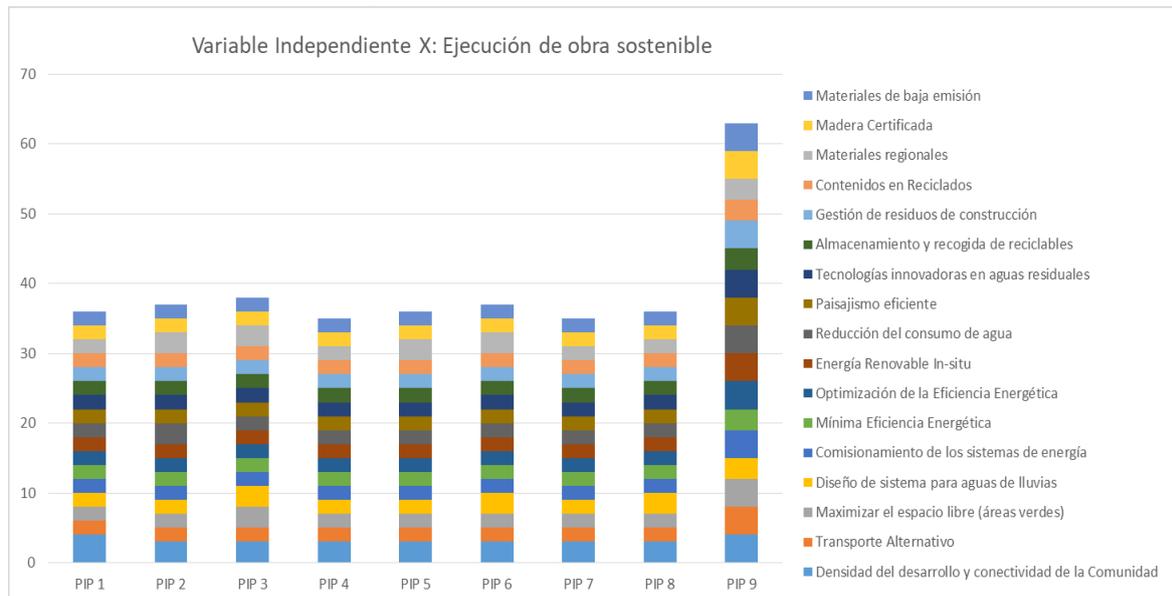
**Figura 1**

*Frecuencia acumulada de calificación de cumplimiento de nueve proyectos de inversión pública (PIP) evaluados para la variable Independiente  $X_1$  diseño multidisciplinario con base a cinco indicadores: (1) relación con el entorno, (2) acabados y materiales, (3) transporte alternativo, (4) áreas verdes sostenible y finalmente (5) modelado energético.*



**Figura 2**

*Consolidado de los resultados de la Variable Independiente  $X_2$ : Ejecución de obra sostenible, en relación con diecisiete (17) indicadores analizados en los nueve PIP.*

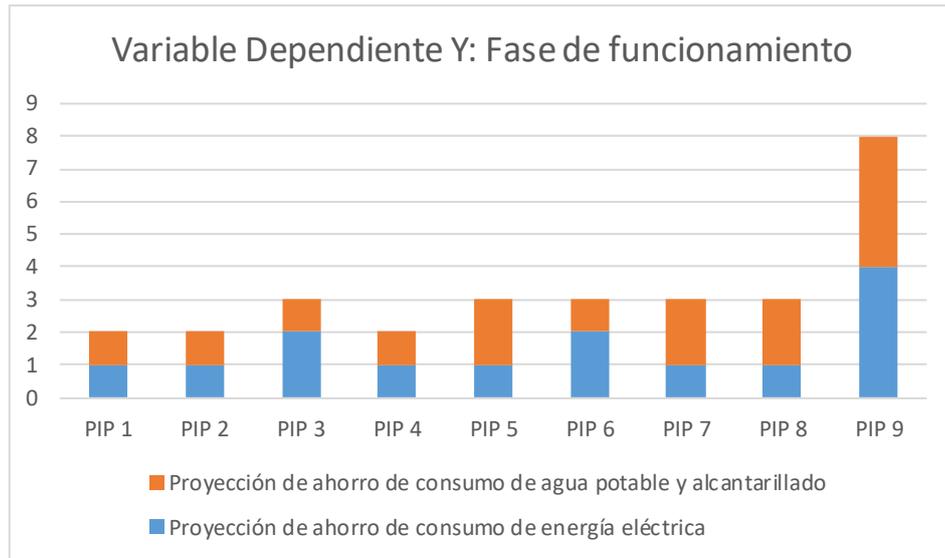


Los valores indicados en la Figura 2 recogen los resultados de la evaluación realizada a los nueve proyectos de inversión pública descritos de la Tabla 1. El PIP 9 “Mejoramiento de los servicios del Centro de Investigación en tratamientos

de aguas residuales y residuos peligrosos (Citrar)” presentó la más alta calificación de cumplimiento, en comparación con los demás PIP analizados, para la variable Independiente X<sup>2</sup> Ejecución de obra sostenible (Figura 2).

**Figura 3**

*Consolidado de los resultados de la variable dependiente Y: Fase de funcionamiento*



Los valores señalados en la Figura 3 muestran los resultados de la evaluación realizada a los nueve proyectos de inversión pública descritos de la Tabla 1. El PIP 9 “Mejoramiento de los servicios del Centro de Investigación en tratamientos de aguas residuales y residuos peligrosos (CITRAR)” evidenció la más alta proyección de ahorro en energía eléctrica y de agua potable y alcantarillado, en comparación con los demás PIP analizados, para la variable dependiente Y, Fase de funcionamiento (Figura 3).

**Discusión**

El PIP 9 “Mejoramiento de los servicios del Centro de Investigación en tratamientos de aguas residuales y residuos peligrosos (CITRAR)”, se diferencia de

los demás, por ser el único proyecto que consideró en la etapa de diseño, aspectos sostenibles con el medio ambiente, que obtuvo las más altas categorías de cumplimiento de los cinco indicadores evaluados, los cuales consideran aspectos físicos y naturales como el clima, la incidencia solar, humedad relativa, ubicación geográfica, paisaje, vientos predominantes, precipitación pluvial, acabados y materiales de construcción con características ecoamigables, la inclusión de transporte alternativo como bicicletas, vehículos eléctricos y buses (transporte colectivo), incorporación de áreas verdes sostenibles y al modelado energético como herramienta de diseño, que contribuyen a la sostenibilidad medioambiental del proyecto (Ugur & Lelebici, 2018).

El diseño multidisciplinario del PIP 9, desde su concepción, consideró la relación con el entorno, la elección de acabados y materiales de construcción, áreas verdes sostenibles, así como el desarrollo de las especialidades, bajo una óptica sostenible en términos medioambientales (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS], 2014). Es decir, aportó la valoración objetiva de los impactos ambientales en la etapa de diseño provocados por la construcción de obras civiles (Martínez, 2014). Asimismo, el aporte positivo de dicho PIP, en términos del impacto ecológico, se encuentra relacionado a los materiales de construcción elegidos, para su ciclo de vida, los cuales responden al entorno construido y evidentemente responden a la comprensión del ecosistema inmediato (Zari, 2019).

Adicionalmente, la toma de decisiones en la etapa de diseño, mediante los parámetros considerados en el modelamiento energético, para minimizar la demanda de energía, maximizó la producción de energía y control térmico, obteniendo optimizaciones que puedan dar como resultado un edificio con una reducción de energía final anual del 33% (Geng et al., 2018). Por otro lado, ocho PIP ejecutados (88%), no valoraron los impactos ambientales en una fase temprana del ciclo de vida del proyecto (elaboración del expediente técnico).

De los resultados obtenidos para la variable independiente  $X_2$ , ejecución de obra sostenible, se identificó que el PIP 9, a diferencia de los demás PIP, obtuvo las más altas categorías, evidenciando significativamente la contribución de dicho PIP de manera sostenible al medio ambiente (Asdrubali et al., 2015).

Dicho proyecto consideró, durante la ejecución de obra, preservar el hábitat, reducir la contaminación y los impactos ambientales con el uso de transporte alternativo, promoviendo las áreas verdes con bajo consumo de agua, utilizando sistemas con altos estándares de eficiencia energética, reduciendo impactos medioambientales, incrementado los niveles de auto suministro de energías renovables, reduciendo el consumo de agua al utilizar inodoros de bajo consumo de agua, urinarios secos y griferías de mínimo consumo. Este PIP, consideró criterios de reciclaje, uso de tecnologías de ahorro de energía, e interacción con la naturaleza en los procesos de urbanización y socialización (Gonzales, 2017).

Otro factor importante es la identificación de los aspectos e impactos ambientales del reciclaje por demolición en obras ya que en nuestro país se carece de políticas que impulsen e incentiven la reutilización y comercialización de materiales de construcción elaborados con estos residuos (Vargas, 2020). Asimismo, si bien este parámetro de reutilización y comercialización de residuos, no fue contemplado en el estudio, si se consideró el tratamiento adecuado de transporte y segregación de materiales de la obra, mediante la disminución de transporte de materiales (utilizando materiales regionales).

Respecto a los resultados obtenidos para la variable dependiente Y, fase de funcionamiento, se identificó que el PIP 9, es el único de los nueve PIP ejecutados por la UNI, que proyectó un ahorro superior al 40% en el consumo de energía eléctrica y consumo de agua potable, a diferencia de los otros ocho PIP ejecutados en la UNI durante el periodo

2016-2021. De acuerdo a Chance (2016), construir de manera sostenible es importante porque contribuye a mejorar la calidad de vida, asimismo, estos proyectos presentan menor consumo energético, reducen el consumo de agua, además de mejorar los procesos y origen-características de materiales, son sostenibles medioambientalmente (Ding et al., 2018), y a nivel económico, puede reducir los costos, entre 25% y 50%, de energía eléctrica, y hasta 40% de ahorro en consumo de agua.

Por otro lado, Amiri et al. (2019), se pregunta si son los edificios con certificación LEED energéticamente en la práctica, considerando las proyecciones se estima un ahorro del 40 al 60% en energía dependiendo del tipo de tecnologías utilizadas y para agua entre 30 y 53%, dependiendo de las medidas adoptadas. Lo cual se pudo corroborar con el proyecto PIP 9. Adicionalmente, el PIP 9, es el primer proyecto de inversión pública de la UNI que se encuentra en proceso de certificación LEED, considerando que estos sistemas internacionales de clasificación de edificios sostenibles, son de suma importancia, por los beneficios a nivel financiero, de salud, productividad, eficiencia y preservación de recursos medioambientales; siendo los edificios certificados, mejor valorados, debido a que contribuyen al ahorro de recursos y cuidados medioambientales (Baquero, 2019).

En la UNI, a raíz del actual proceso certificación LEED del proyecto PIP 9, debe buscar que los próximos proyectos de inversión pública, incorporen el paradigma de sostenibilidad en términos ambientales (Vicente, 2018) desde la etapa

de formulación del Expediente Técnico, a fin de impulsar diversas innovaciones en el manejo de construcciones sostenibles que busquen reducir el consumo energético, utilizar materiales orgánicos o reciclados, y promover prácticas de construcción sostenible y que buscan mejorar la calidad de vida de las personas (Gonzales, 2017).

Por lo expuesto, es importante que la inversión pública considere la implementación de sostenibilidad ambiental en las edificaciones durante las diversas fases de la inversión pública, desde la fase de formulación durante la etapa de diseño, a nivel multidisciplinario, plasmado en el expediente técnico, herramienta fundamental para la ejecución de obra, desarrollado en las diversas especialidades, de tal manera que desde la concepción del proyecto se consideren la relación con el entorno, la lección de acabados y materiales de construcción, áreas verdes sostenibles y que el desarrollo de las especialidades respondan técnica y eficientemente a las necesidades del proyecto bajo una óptica sostenible en términos medioambientales (MVCS, 2014).

## Conclusiones

Se evidencia la importancia de incluir criterios de sostenibilidad ambiental, tanto en la etapa de diseño multidisciplinario como en la ejecución de obra por administración directa en la Universidad Nacional de Ingeniería de los PIP, los cuales permiten reducir significativamente los costos en la fase de funcionamiento, en términos de energía eléctrica, agua potable y desagüe (ahorro mayor al 40%).

## Referencias

- Amiri, A., Ottelin, J. & Sorvari, J. (2019). Are LEED-Certified Buildings Energy-Efficient in Practice? *Sustainability*, 11, 1672. <https://doi.org/10.3390/su11061672>
- Ardda, N., Mateus, R. & Braganca, L. (2018). Methodology to identify and prioritise the social aspects to be considered in the design of more sustainable residential Buildings - Application to a Developing Count. *Buildings*, 8(10), 130. <https://doi.org/10.3390/buildings8100130>
- Asdrubali, F., Baldinelli, G., Bianchi, F. & Sambuco, S. (2015). A comparison between environmental sustainability rating systems LEED and ITACA for residential buildings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 86, 98-108. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.01.001>
- Baquero, D. (2019). *Construcciones sostenibles en Medellín con certificación Leadership in Energy and Environmental (LEED), entre el periodo 2010-2017 y sus beneficios*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/25564>
- Chance, S. (2016). Planning for Environmental Sustainability Learning from LEED and the USGBC. *Planning for Higher Education*, 4, 194-233.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2015). *El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina*. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/39855>
- Decreto Supremo N° 014-2021-Vivienda. Decreto Supremo que aprueba el Código Técnico de Construcción Sostenible. (26 de julio de 2021). <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/normas-legales/2039168-014-2021-vivienda>
- Ding, Z., Fan, Z., Tam, V., Bian, Y., Li, S., Chetana, I. & Illankoon, S. (2018). Green building evaluation system implementation. *Building and Environment*, 133, 32-40. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.02.012>
- Geng, Y., Ji, W., Wangl, Z., Lin, B. & Zhu Y. (2018). A review of operating performance in green buildings: Energy use, indoor environmental quality and occupant satisfaction. *Energy & Buildings*, 183, 500-514. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.11.017>
- Gonzales, K. (2017). *Evaluación de la implementación de tecnologías y certificaciones en construcción sostenible entre las ciudades de Sao Paulo, Brasil y Bogotá, Colombia*. [Tesis para optar título de Ingeniero Civil, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio Institucional Universidad Católica

- de Colombia - RIUCaC. <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/15791>
- He, Y., Kvan, T., Liu, M. & Li, B. (2018). How green building rating systems affect designing green. *Building and Environment*, 133, 19-31. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.02.007>
- Kamali, M., Hewage, K. & Sadiq, R. (2019). Conventional versus modular construction methods: A comparative cradle-to-gate LCA for residential buildings. *Energy and Buildings*, 204, 109479. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.109479>
- Lecca, G. & Prado, L. (2019). *Propuesta de criterios de sostenibilidad para edificios multifamiliares a nivel de certificación EDGE y sus beneficios en su vida útil (obra, operación y mantenimiento) frente a una edificación tradicional. Caso edificio en el distrito de Santa Anita*. [Tesis para optar el título profesional, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Académico UPC. [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625743/Lecca\\_dg.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625743/Lecca_dg.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Leskinen, N., Vimpari, J. & Junnila, S. (2019). A review of the impact of Green Building Certification on the cash flows and values of commercial properties. *Sustainability*, 12(7), 2729. <https://doi.org/10.3390/su12072729>
- Martínez, W. (2014). Evaluación del impacto ambiental en obras viales. *Negotium, Revista de Ciencias Gerenciales*, 10, 5-21.
- Pacheco, M. (2004). *Conciencia Ecológica: Garantía de un Medioambiente Sano*. [Tesis de Maestría en Derecho Constitucional, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Digital de Tesis y Trabajos de Investigación PUCP. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/101>
- Perú, Ministerio de Economía y Finanzas [MEF]. (2021) *Información pública*. <https://www.mef.gob.pe/es/inversion-publica-sp-21787/394-normativa/5189-sistema-nacional-de-programacion-multianual-y-gestion-de-inversiones-invierte-pe>
- Perú, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS]. (2014). *Perú hacia la construcción sostenible en escenarios de cambio climático*. Foro Ciudades para la vida. [https://cies.org.pe/sites/default/files/investigaciones/edicion\\_final\\_estudio\\_construccion\\_sostenible.pdf](https://cies.org.pe/sites/default/files/investigaciones/edicion_final_estudio_construccion_sostenible.pdf)
- Revilla, A. (2017). *Acciones para impulsar las compras públicas ambientalmente sostenibles en el Perú*. [Tesis de Maestría en Investigación Jurídica, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Digital de Tesis y Trabajos de Investigación PUCP. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/9093>

- Riquelme, I. & Avellaneda, J. (2019). *Eficiencia Energética: Tendencia global y su relación con los sectores económicos del Perú*. [Tesis de Maestría en Dirección de Empresas, Universidad de Piura]. Repositorio Institucional Pirhua. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/4374>
- Ugur, L. & Leblebici, N. (2018). An examination of the LEED green building certification system in terms of construction costs. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81, 1476-1483. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.210>
- Universidad Nacional de Ingeniería [UNI]. (2021). *Información pública*. <https://www.uni.edu.pe>
- Vargas, E. (2020). *El reciclaje de residuos por demolición de edificaciones menores en el desarrollo sostenible. Caso distrito Jesús María – Lima*. [Tesis de Doctorado en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/4154>
- Vicente, R. (2018). *Aplicación de la auditoria en el control del sistema de gestión de las universidades nacionales de Lima*. [Tesis de Doctorado en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Universidad Inca Garcilaso de la Vega]. Repositorio Institucional de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega. <http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/2997>
- Villa, F. (2008). Construcciones Verdes. *Alarife: Revista de arquitectura*, 17, 39. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3195183>
- Wei, W., Wargocki, P., Zirngibl, J., Bendzalová, J. & Mandin C. (2019). Review of parameters used to assess the quality of the indoor environment in Green Building certification schemes for offices and hotels. *Energy & Buildings*, 209, 109683. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.109683>
- Wong, J. & Zhou, J. (2015). Enhancing environmental sustainability over building life cycles through green BIM: A review. *Automation in Construction*, 57, 156-165. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.06.003>
- Wu, P., Song, Y., Hu, X. & Wang, X. (2018). A Preliminary Investigation of the Transition from Green Building to Green Community: Insights from LEED ND. *Sustainability*, 10(6), 1802. <https://doi.org/10.3390/su10061802>
- Zari, M. (2019). Ecosystem services impacts as part of building materials selection criteria. *Materials Today Sustainability*, 3-4, 100010. <https://doi.org/10.1016/j.mtsust.2019.100010>