



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**ESCUELA DE POSGRADO
PROGRAMA ACADÉMICO DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA
CIVIL CON MENCIÓN EN DIRECCIÓN DE EMPRESAS DE
LA CONSTRUCCIÓN**

Impacto del sistema experto en la productividad del proceso de diseño
geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023

TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:

**Maestro en Ingeniería Civil con Mención en Dirección de Empresas de la
Construcción**

AUTOR:

Rojas Blas, William Nicolas (orcid.org/0000-0002-0075-158X)

ASESORES:

Dr. Vilchez Canchari, Juan Marcos (orcid.org/0000-0002-7758-7589)

Mg. Walter Sechuran, Fernando Arturo (orcid.org/0000-0002-7233-4689)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Dirección de Empresas de la Construcción

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2024

DEDICATORIA

A mis abuelos Sr. Martín Blas Paredes y Sr. Orestes Rojas Cruzado que ahora en paz descansen, y seres queridos que nos han dejado en estos últimos años.

A familiares, amigos, y colegas por sus enseñanzas y tiempo compartido en transmitir sus conocimientos y experiencias.

A futuros investigadores, que la recolección de las fuentes bibliográficas, resultados, conclusiones, y recomendaciones de esta investigación les genere nuevas ideas para sus proyectos.

AGRADECIMIENTO

Un cordial agradecimiento a colegas con quien he tenido el privilegio de trabajar dentro del ámbito del diseño de infraestructura, y en especial en vías urbanas de altas pendientes. A docentes de la Universidad César Vallejo, por su enseñanza, dedicación, y metodología aplicada a los maestrantes.

A encuestados, profesionales del Perú, extranjero, e incluso expertos de habla no-hispana. A pesar de no tener ninguna obligación, muchísimas gracias por participar en el cuestionario y su gesto de buena incentivó a mejorar esta investigación.

El autor



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ESCUELA DE POSGRADO

**MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN DIRECCIÓN DE EMPRESAS
DE LA CONSTRUCCIÓN**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, VILCHEZ CANCHARI JUAN MARCOS, docente de la ESCUELA DE POSGRADO MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN DIRECCIÓN DE EMPRESAS DE LA CONSTRUCCIÓN de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Impacto del sistema experto en la productividad del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023", cuyo autor es ROJAS BLAS WILLIAM NICOLAS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 05 de Enero del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
VILCHEZ CANCHARI JUAN MARCOS DNI: 44597815 ORCID: 0000-0002-7758-7589	Firmado electrónicamente por: JVILCHEZCA987 el 06-01-2024 17:53:12

Código documento Trilce: TRI - 0721075





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ESCUELA DE POSGRADO

**MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN DIRECCIÓN DE EMPRESAS
DE LA CONSTRUCCIÓN**

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, ROJAS BLAS WILLIAM NICOLAS estudiante de la ESCUELA DE POSGRADO MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN DIRECCIÓN DE EMPRESAS DE LA CONSTRUCCIÓN de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Impacto del sistema experto en la productividad del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
WILLIAM NICOLAS ROJAS BLAS DNI: 72622498 ORCID: 0000-0002-0075-158X	Firmado electrónicamente por: WIROJASB el 05-01- 2024 18:28:35

Código documento Trilce: TRI - 0721078

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iii
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	25
3.1. Tipo y diseño de investigación	25
3.2. Variables y operacionalización	25
3.3. Población, muestra y muestreo	28
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	29
3.5. Procedimientos	31
3.6. Método de análisis de datos	32
3.7. Aspectos éticos	32
IV. RESULTADOS	34
V. DISCUSIÓN	46
VI. CONCLUSIONES	54
VII. RECOMENDACIONES	56
REFERENCIAS	57
ANEXOS	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Cambio de nivel por pendiente y tramo máximo	12
Tabla 2	Análisis de consistencia de variables	28
Tabla 3	Validación por juicio de expertos	31
Tabla 4	Análisis descriptivo Variable 1 - Baremo	34
Tabla 5	Análisis descriptivo Variable 2 - Baremo	35
Tabla 6	Análisis de asimetría y curtosis V1/V2	36
Tabla 7	Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk)	37
Tabla 8	Interpretación coeficiente "r" Pearson	38
Tabla 9	Matriz de correlaciones V1/V2	38
Tabla 10	Matriz de correlaciones V2 -> V1DIM1	40
Tabla 11	Matriz de correlaciones V2 -> V1DIM2	40
Tabla 12	Matriz de correlaciones V2DIM4 -> V1DIM3	41
Tabla 13	Matriz de correlaciones V2DIM4 -> V1DIM4	42
Tabla 14	Medidas de ajuste del modelo V1/V2	42
Tabla 15	Coeficientes del Modelo-V1	43
Tabla 16	Medidas de ajuste del modelo V1DIM1/V2	43
Tabla 17	Coeficientes del modelo V1DIM1	43
Tabla 18	Medidas de ajuste del modelo V1DIM2/V2	43
Tabla 19	Coeficientes del modelo V1DIM2	44
Tabla 20	Medidas de ajuste del modelo V1DIM3/V2DIM4	44
Tabla 21	Coeficientes del modelo V1DIM3	44
Tabla 22	Medidas de ajuste del modelo V1DIM4/V2DIM4	44
Tabla 23	Coeficientes del modelo V1DIM4	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Modelo para montañas plegables jóvenes	10
Figura 2 Componentes urbanos según pendiente longitudinal	11
Figura 3 Componentes modulares por pendiente	11
Figura 4 Variación de corredor en vista horizontal	14
Figura 5 Corredor tridimensional con desfase horizontal y vertical	14
Figura 6 Proyección de objetos en alineación horizontal	15
Figura 7 Objetos de sección transversal y vía	16
Figura 8 Script VP de la herramienta Dynamo	18
Figura 9 Algoritmo VP de la herramienta Grasshopper	18
Figura 10 Script VP de la herramienta de lenguaje Python	19
Figura 11 Nodos y conectores de la herramienta Subassembly Composer	19
Figura 12 Parámetros de entrada y salida de la herramienta SAC y Civil 3D	20
Figura 13 Dificultades de adopción BIM	22
Figura 14 Herramientas BIM orientadas a la programación	23
Figura 15 Sub-ensamblaje de Muro de contención	24
Figura 16 Gráfico de barras V1-Productividad (Baremo)	34
Figura 17 Gráfico de barras V2-Sistema Experto (Baremo)	35
Figura 18 Prueba de normalidad V1 (Gráfica Q-Q)	37
Figura 19 Prueba de normalidad V2 (Gráfica Q-Q)	37
Figura 20 Histograma de tipo estadístico paramétrico V1	39
Figura 21 Histograma de tipo estadístico paramétrico V2	39

RESUMEN

La presente investigación buscó determinar el impacto del sistema experto en la productividad del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes en Lima-2023. Se aplicó una metodología de investigación de tipo aplicada con diseño no experimental transeccional, nivel correlacional causal, y enfoque cuantitativo ordinal. La población estuvo conformada por profesionales con conocimiento de infraestructura para vías urbanas y elaboración de proyectos con geomorfología de altas pendientes. Se utilizó un muestreo intencional no probabilístico por elección propia y directa, del cual se obtuvo una muestra de 28 trabajadores. La técnica utilizada para recolectar los datos fue la encuesta y se usó el cuestionario como instrumento. El análisis descriptivo demostró que la dimensión “Eficacia” posee un nivel alto 75,0% sobre medio 21.4% y bajo 3.6% de la variable “Productividad” y la dimensión “Parámetros” con nivel medio 82.1% y nivel alto de 14,3% de la variable “Sistema experto”. Finalmente, gracias al análisis inferencial se concluyó que la variable “Sistema experto” incide significativamente en la variable “Productividad” con un nivel de significancia de $<.001$, menor a 0.05 especificando una correlación positiva considerable de 0.695.

Palabras clave: Sistema experto, productividad, diseño geométrico

ABSTRACT

The present research sought to determine the impact of the expert system on the productivity of the geometric design process for urban roads with high slopes in Lima-2023. An applied research methodology was applied with a transectional non-experimental design, causal correlational level, and ordinal quantitative approach. The population was made up of professionals with knowledge of infrastructure for urban roads and the development of projects with high slope geomorphology. Non-probabilistic intentional sampling was used by direct and personal choice, from which a sample of 28 workers was obtained. The technique used to collect the data was the survey and the questionnaire was used as an instrument. The descriptive analysis showed that the "Effectiveness" dimension has a high level of 75.0%, over a medium level of 21.4% and a low level of 3.6% for the "Productivity" variable and the "Parameters" dimension with a medium level of 82.1% and high level of 14.3% of the "Expert system" variable. Finally, thanks to the inferential analysis, it was concluded that the variable "Expert system" significantly affects the variable "Productivity" with a significance level of $<.001$, less than 0.05, specifying a considerable positive compensation of 0.695.

Keywords: Expert system, productivity, geometric design

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el sector urbano del departamento de Lima, Perú presenta desafíos en la creación de vías urbanas en relación a zonas con altas pendientes, lo cual afecta la eficiencia y calidad del proceso de elaboración de diseño geométrico para vías urbanas. A su vez según INEI (2023) menciona que de diciembre de 2022 a enero-febrero de 2023, la población ocupada del área metropolitana de Lima alcanzó los 5 millones 102.000 personas, un aumento del 4,6% (224.000.400 personas). Además en una publicación del diario “El comercio” por Paredes (2016) hizo mención que en una investigación elaborada por la Escuela de Arquitectura y Urbanismo de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), el 30% de la población del área metropolitana de Lima vive en laderas.

Según Serdar & Erdem (2019) innovaron un modelo digital para generar alternativas urbanas con parámetros de diseño y restricciones que se incluían en el proceso de modelado donde a su vez se especificaron características de vegetación, patrones de movimiento humano y superficies de exposición al sol. Además, mencionó que el modelo se puede desarrollar definiendo parámetros más detallados, y si bien su estudio propuso un resultado de diseño mediante un proceso de diseño algorítmico probó también los efectos de elementos paisajísticos en la estructura espacial en un contexto urbano. Según Kim & Kwon (2018) mencionan que el diseño urbano es probablemente la herramienta más importante para crear una sociedad sostenible y saludable. Algunos, sin embargo, actúan de manera tradicional y protegen la estructura y composición de las ciudades, basándose en principios históricos y probados (urbanismo sostenible); mientras que otros recurren a enfoques de vanguardia, refiriéndose a la globalización (como la teoría de que los medios dan forma y enmarcan los procesos), y dando paso a los cambios arquitectónicos contemporáneos (post-urbanismo).

En el contexto internacional relacionado a la urbanización con respecto a su crecimiento global, según Mayrhofer-Hufnagl & Ennemoser (2023) mencionan que actualmente, más de la mitad de la población mundial vive en ciudades. Se espera que para 2050, aproximadamente dos tercios de la población mundial vivan en zonas urbanas lo que representa un importante desafío para la urbanización. A su

vez el crecimiento urbano acelerado tiene implicaciones significativas para el uso de la tierra, el cambio climático y los cambios que ocurren en las áreas rurales cercanas, lo que nos obliga a repensar cómo pensamos, conceptualizamos y damos forma a los entornos urbanos que habitaremos en el futuro. Además según Hinojosa et al. (2023) el uso y gestión de software y hardware es fundamental para el desarrollo, así como también, la limitación de la infraestructura impide los beneficios positivos de su uso en la sociedad del conocimiento.

Sobre la automatización según Han et al. (2023) menciona que brinda apoyo técnico y asistencia a los profesionales en la implementación y planificación de edificios inteligentes. Además, con base en los estándares de planificación y diseño existentes, es necesario desarrollar principios generales para transformar las necesidades y deseos de las personas en condiciones de planificación, por lo que se recomienda utilizar sistemas inteligentes para lograr una nueva generación del diseño arquitectónico.

En el contexto regional, según Delgado (2016) menciona que las referencias a la necesidad de transformación urbana y las respuestas correspondientes se han vuelto centrales en los debates urbanos contemporáneos, no sólo en gobiernos, ministerios, provincias y ciudades, sino también en las universidades, especialmente en los centros de investigación relacionados con asuntos urbanos y especialmente en la sociedad civil.

En el ámbito nacional, la población limeña no cuenta con un completo desarrollo en su infraestructura vial y peatonal, por lo cual existe la actual inclusión de metodologías como la implementación de la tecnología de Modelado de Información de Construcción (BIM) en distintos ámbitos de la construcción, ingeniería y consultorías del sector dentro de Lima y Callao que ayudan a gestionar correctamente sus respectivos proyectos.

En el contexto local, las municipalidades distritales de Lima desempeñan un papel fundamental en este proceso, ya que son responsables de la infraestructura vial dentro de su jurisdicción, así como también tienen la tarea de planificar, esquematizar, componer y conservar la infraestructura vial dentro de su distrito. Esto incluye calles, avenidas, veredas, ciclovías y otros elementos relacionados

con el transporte y la movilidad urbana. Las municipalidades distritales deben asegurarse de que las vías urbanas estén diseñadas de manera adecuada para garantizar la seguridad vial, facilitar la circulación eficiente de vehículos y peatones, y contribuir al desarrollo sostenible de la comunidad. Además, deben considerar aspectos como la integración de diferentes modos de transporte, la accesibilidad universal, la gestión del tráfico y la mitigación de impactos ambientales.

En este tema de investigación se presenta el análisis del impacto de un sistema experto tomando en cuenta parámetros urbanísticos necesarios en la elaboración del diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes. Y ha de mencionarse que la falta de herramientas especializadas y la complejidad del entorno urbano dificultan la toma de decisiones óptimas y eficientes en el diseño geométrico de estas vías. En este contexto, la utilización de sistemas expertos ha surgido como una posible solución para incrementar la productividad y la excelencia en el proceso de diseño geométrico de vías urbanas de altas pendientes. Siendo definido un sistema experto como la aplicación de inteligencia artificial que utiliza conocimientos y reglas basadas en la experiencia de expertos humanos para realizar tareas específicas de manera eficiente y precisa. Además, estos sistemas pueden analizar y evaluar múltiples variables, considerar diferentes escenarios y generar soluciones óptimas en un tiempo reducido.

Por lo tanto, el problema general de la investigación es: ¿De qué manera se genera el impacto de un sistema experto en la productividad del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023? Sobre los problemas específicos se tiene: (1) Cuál es la influencia del sistema experto sobre la dimensión “Evaluación de zona de estudio” en el proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023. (2) Cuál es la influencia del sistema experto sobre la dimensión “Alineamiento horizontal y vertical” en el proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023. (3) Cuál es la influencia del modelo digital elaborado a partir de la aplicación del sistema experto, sobre la dimensión “eficiencia” del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023. (4) Cuál es la influencia del modelo digital elaborado a partir de la aplicación del sistema experto, sobre la

dimensión “eficacia” del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023.

Asimismo, como objetivo general del estudio se tiene: Determinar el impacto de un sistema experto en la productividad del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023. Y sobre los objetivos específicos se tiene: (1) Determinar la influencia del sistema experto sobre la dimensión “Evaluación de zona de estudio” en el proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023. (2) Determinar la influencia del sistema experto sobre la dimensión “Alineamiento horizontal y vertical” en el proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023. (3) Determinar la influencia del modelo digital elaborado a partir de la aplicación del sistema experto, sobre la dimensión “eficiencia” del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023. (4) Determinar la influencia del modelo digital elaborado a partir de la aplicación del sistema experto, sobre la dimensión “eficacia” del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023."

De tal modo, la investigación cuenta con justificación metodológica debido a que se busca brindar una solución más eficiente y precisa, al tiempo que se reduce el tiempo de diseño y la optimización de los recursos disponibles. Además, cuenta con justificación social debido a que al implementar los sistemas expertos darán paso a obtener un proyecto más inclusivo a las necesidades económicas de la población. Para la justificación práctica se expone que vías urbanas de altas pendientes desencadenan la necesidad urgente de mejorar los procesos de cómo se genera el diseño geométrico de infraestructura vial con respecto a “sub-ensamblajes”, tipo de sección de vías u otras estructuras añadidas y así como también a futuros aspectos de la movilidad urbana y seguridad vial. Por justificación teórica, se basa en el conocimiento de “humanos expertos”, reglas o parámetros para poder así generar la toma de decisiones automatizadas. Y por justificación económica, debido a que se busca mejorar la gestión de recursos y hacer un mejor uso del espacio público ya que al analizar el impacto de un sistema experto y su productividad, se gestionan mejor los elementos estructurales propuestos y no

planteados inicialmente, como sardineles sumergidos, peraltados variables, y muros de contención los cuales elevan el coste del proyecto.

Por otra parte, la hipótesis general menciona que: El sistema experto tiene influencia significativa en la productividad del diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023, y sobre las hipótesis específicas son: (1) El sistema experto tiene influencia significativa sobre la dimensión “Evaluación de zona de estudio” en el proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023. (2) El sistema experto tiene influencia significativa en la dimensión “Alineamiento horizontal y vertical” en el proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023. (3) El modelo digital elaborado a partir de la aplicación del sistema experto, tiene influencia significativa sobre la dimensión “eficiencia” del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023. (4) El modelo digital elaborado a partir de la aplicación del sistema experto, tiene influencia significativa sobre la dimensión “eficacia” del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023.

II. MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo del presente estudio es de suma importancia los antecedentes tanto internacionales como nacionales.

En el contexto internacional se tiene que según González (2021) posee como objetivo la propuesta de una metodología 3D para la evaluación de distancias respecto a la visión y visibilidad de intersecciones urbanas tomando en consideración la variedad de sus usuarios. La metodología es de enfoque cualitativo y análisis exploratorio. La revisión de literatura se enfocó principalmente en trabajos relacionados a tecnologías geoespaciales y modelado de carreteras. El instrumento seleccionado fue el análisis documental y por observación experimental. Sus resultados demostraron que la implementación de una metodología basada en el sistema LIDAR, necesitó inicialmente evaluaciones sobre la data de modelado, así como también la estimación de distancia de visión disponibles en las intersecciones de vías. Como conclusión la investigación presentó una herramienta de estimación de distancias de visibilidad en intersecciones urbanas tomando en consideración los usuarios o peatones vulnerables dentro de la vía.

Según Bravo (2016) tiene como objetivo la reconstrucción de una serie de proyectos utilizando lógicas paramétricas para su exposición en la academia y práctica arquitectónica. Sobre su metodología, esta investigación es de aspecto cualitativo y análisis exploratorio con observación documental de fuentes. El instrumento de recolección de datos es mediante triangulación de fuentes para contrastar y categorizarlas. Los resultados demostraron que la implementación paramétrica a nivel arquitectónico requiere de varios parámetros incluido aspectos matemáticos, ingeniería, y construcción. Por eso concluyó que es fundamental establecer una descripción matemática de la geometría esperada y métodos constructivos relacionados a sus materiales, técnicas de fabricación, montaje para realizar un proyecto. Tuvo como conclusión destacar que en la actualidad existe una abrumadora aparición de modelos digitales los cuales cuestionan la validez de modelos físicos durante las fases de diseño, sin embargo, estos modelos físicos se

limitan a estudiar sistemas formales que, si bien son instrumentales para su determinación, no representan algún reemplazo del ingeniero o arquitecto.

Según Larrondo (2017) tiene como objetivo principal la exploración de mecanismos, recursos, procesos, estrategias, y metodología para la generación de geometría libres complejas, a su vez hace mención al modelado BIM paramétrico y generativo algorítmico trabajado con programación visual (VPL). La metodología es de enfoque explicativo y cuantitativo. El instrumento usado es la triangulación de distintas fuentes para contrastar y categorizarlas. Tuvo como resultado que el modelado algorítmico genera una serie de soluciones que, tras su análisis permite elegir la más óptima. Como conclusión se tuvo un mayor control al entender las herramientas digitales, la incorporación de VPL y código textural convencional, aportando ventajas competitivas sustanciales y estableciendo paradigmas sobre cómo se debería modelar y proyectar las construcciones de hoy en día.

Según Garrido (2023) tiene como objetivo la creación de una guía para sub-ensamblajes de canal y carretera utilizando el software Subassembly composer siguiendo los parámetros normativo del país de España. Posee una metodología de investigación cualitativa descriptiva con análisis exploratorio y observación documental. El instrumento de evaluación es por observación directa y triangulación de fuentes. Sus resultados demostraron que, por medio de parámetros de diseño, logró crear dos sub-ensamblajes para un canal trapezoidal de concreto y una vía de dos carriles con cunetas triangulares asimétricas, además de un área de pavimento discontinuo y arcenes, construyendo así un documento de consulta con orientación a los procesos y pasos constructivos de secciones transversales para dicho proyecto. Se concluyó que para lograr la correcta de creación de sub-ensamblajes es necesario primero determinar qué tipo y diseño de ensamblaje se necesita, así como también conocer las herramientas básicas del software dedicado para el desarrollo de la geometría y flujo de trabajo.

Según Cruz (2015) tiene como objetivo la regionalización del software Civil 3D para la elaboración de diseño geométrico de vías de cuarta generación comprendiendo tablas, criterio de diseño Civil 3D, extracción, reportes, y generar un manual de utilización. La metodología tuvo un aspecto cualitativo, análisis exploratorio con observación documental de fuentes fiables tales como: Invias

1998/2008 y AASHTO 2004/2011. Sus resultados demostraron una reducción significativa de hasta 40% de tiempo en la elaboración total al diseñar con Civil 3D y sub-ensamblajes para vías de cuarta generación. Tuvo como conclusión que Civil 3D representa una ayuda sustancial a la labor del ingeniero en la creación del diseño geométrico, y es de suma importancia para la competitividad profesional.

En el contexto nacional se tiene que según Ascue (2017) tiene como objetivo determinar la relación existente entre la aplicación del software BIM y la producción de proyectos en la Empresa Havym Arquitek, así como también su relevancia en la producción de planos y presupuesto de proyecto. La metodología utilizada es de carácter hipotética-deductivo. Además, es una investigación aplicada, correlacional, cuantitativa, transversal, y no experimental. Tuvo como resultado la existencia de una relación directa entre las variables de aplicación del software BIM y la producción de proyectos. Sus conclusiones fueron que la aplicación del software BIM dentro de las empresas es una propuesta moderna de la gestión de proyectos que permite tomar medidas anticipadas, eliminando desperdicios y consiguiendo mejoras en todas las etapas del diseño.

Según Atahualpa (2022) tiene como objetivo determinar la incidencia de la metodología BIM dentro de la gestión de proyectos portuarios en la empresa PCD S.A.C. además de buscar como se implica la planeación, monitorio, gestión, ejecución, y control de proyectos portuarios. La metodología es aplicada, diseño no experimental correlacional causal. Su instrumento se basó en la recolección de información y el uso de encuesta. Tuvo como resultados estadísticos la considerable aprobación generada entre el nivel de medición "Eficiente" de la variable de tipo independiente metodología BIM y el nivel de medición "Bueno" de la variable de tipo dependiente gestión de proyectos portuarios. Respecto a las conclusiones, establece que la metodología BIM incide sustancialmente con 84.4% en la gestión de proyectos portuarios en la empresa PCD S.A.C, además los colaboradores consideran 66.7% que la gestión de proyectos portuarios es considerada "bueno" frente a la variable de la metodología BIM.

Según Diaz (2022) tuvo como objetivo la elaboración de una guía vial, para servir como base de políticas de programas de mantenimiento y rehabilitación. Sobre los resultados, interpretó la etapa evolutiva de las mediciones de rugosidad

en el tiempo, y la incidencia de la geometría de las vías al obtener el factor IRI, generando así una propuesta para un nuevo umbral exigible o tolerancia para el diseño de vías. Y concluye que se obtuvo un valor IRI-teórico de 0.23 hasta 3.25 m/km, demostrando así que el valor IRI teórico de 0.5 m/km es significativamente superado en este tipo de carreteras.

Según Rimac (2022) tuvo como objetivo determinar la mejor ruta evaluando el diseño geométrico y costos evitables que resalta. El enfoque de investigación es de carácter deductivo, cuantitativo, y aplicada. La recopilación de datos es tangible y retrospectivo. Los resultados de la encuesta muestran que el 94,7% de los encuestados indicó que la navegación por el río Urubamba a través de Mainique Pongo es de alto riesgo. Desde el punto de vista del método de evitación de costos, la ruta 2 es la ruta óptima porque tiene el mayor costo evitado, es decir, el mayor beneficio; El 33,90% tiene preferencia por la ruta 2, el 33,06% tiene preferencia por otras rutas y el 33,04% tiene preferencia por otras rutas. Tuvo como conclusión que, utilizando costos evitables como tiempo de viaje adicional, tarifas adicionales y accidentes, el resultado final concluyó que la ruta 2 es la mejor alternativa porque tiene los costos evitables más altos.

Según Agreda & Herrera (2020) tuvo como objetivo realizar el diseño geométrico utilizando la metodología BIM y analizar su influencia para vías urbanas dentro de la asociación Lúcumo – distrito de Ate. La metodología de investigación es aplicada, descriptiva, diseño no experimental, y explicativo. El instrumento será la lista de cotejo por inspección de campo junto a la recaudación de datos topográficos para así posteriormente realizar un análisis documental de distintos autores. En los resultados muestra el levantamiento topográfico realizado, la clasificación de vías, interoperabilidad BIM con los softwares Civil 3D e Infracore y el diseño de pavimento. Concluyó que debe divulgarse las nuevas tecnologías para el diseño digital BIM, implementarlas a nivel mundial y en paralelo explorar los conceptos y procesos constructivos relacionados a nuestra realidad actual.

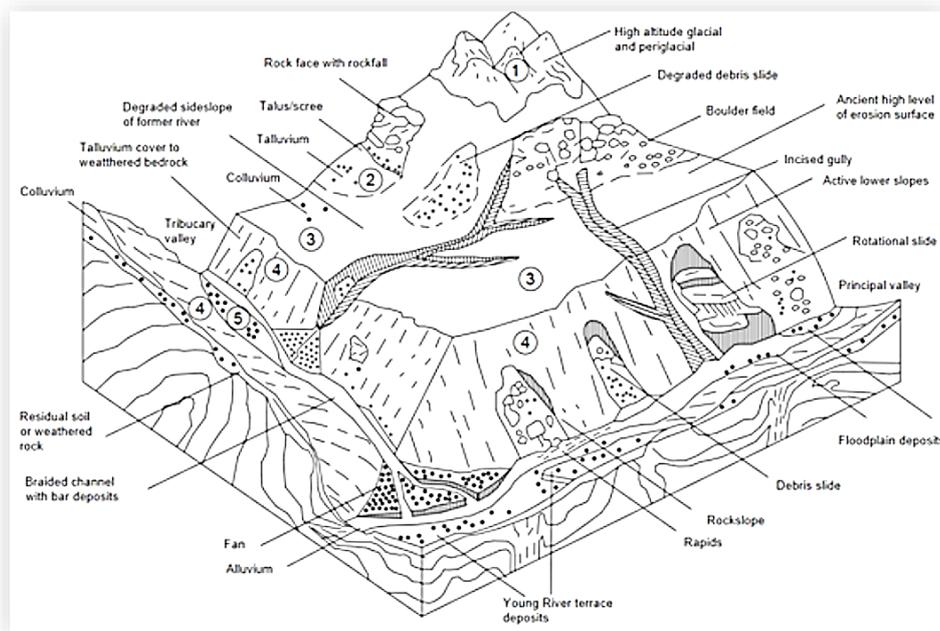
A continuación, se describe las bases teóricas mencionando las variables y dimensiones con mayor relevancia de esta investigación.

Primeramente, sobre la variable “Productividad”, en su dimensión “Evaluación de zona de estudio”, según Yue Sun & Timur Dogan (2021) mencionan que se requiere de la evaluación cuidadosa y simultánea de grandes cantidades de información para las decisiones relacionadas con el diseño de producción como la zonificación, la distribución del proyecto, la densidad y el diseño de la red de calles.

Según Hare et al. (2015) mencionan que se requiere la investigación sobre la zona de estudio para la optimización del diseño de caminos de acarreo temporales en grandes movimientos de tierra, ya que representa un problema para reducir los costos generales en aproximadamente 25% del costo total de construcción de grandes proyectos industriales y de infraestructura.

Figura 1

Modelo para montañas plegables jóvenes



Nota. Fuente: Fookes et.al. (1985)

Además según Shrestha (2021) menciona que el relieve de las laderas en términos de topografía y procesos de erosión es muy relevante para la construcción de carreteras y en específico en las intersecciones de carreteras en laderas en las zonas montañosas de Nepal ya que poseen altos niveles de erosión que a menudo son los problemas más graves de construcción de carreteras.

Según MVCS (2016) en el artículo 8 del capítulo II de “Diseño de Vías” perteneciente a la Norma GH 020 de “Componentes de diseño urbano”, menciona que las secciones o tramos de las vías locales primarias y secundarias, se diseñan tomando en consideración la clasificación de habilitación urbana, módulos de vereda, estacionamiento, y calzada.

Para el caso de esta investigación, adicional a la información expuesta se menciona que las habilitaciones realizadas en laderas, sus aceras o veredas pueden ser diseñadas a partir de 0.60m, siempre y cuando en los frentes de estas secciones no estén con contacto directo de lotes, y no constituyan una acera o vereda solitaria sobre dicha vía, por tal motivo se diseñara obligatoriamente de 0.90m. En su Artículo 14, menciona que las pendientes de calzadas tendrán un máximo de 12% de pendiente, sin embargo, es permisible las elevaciones de hasta 15% en regiones de volteo con secuencia de hasta 50 metros. Además, en el Artículo 17, menciona que zonas que la topografía del terreno natural o la dificultad del diseño vial lo necesitará, y será requisito colocar muros de contención, aislamiento, puentes peatonales, barandillas, parapetos, y otros elementos necesarios para el correcto flujo vehicular y seguridad de los peatones. Y en el artículo 18, menciona que debe existir una diferenciación entre las aceras o veredas respecto a la berma o calzada a través de un cambio de nivel o elementos que distingan el área para los vehículos, y de la región destinada para la circulación de personas. La transición de nivel sugerido es de 0.15m a 0.20m por encima del nivel de la berma o calzada. Finalmente se adjunta la siguiente tabla que muestra la transición de pendiente de veredas por descansos de 1.20m.

Tabla 1

Cambio de nivel por pendiente y tramo máximo

Pendiente máxima	Longitud de tramo máx.
2%	Tramos mayores a 50 m.
4%	cada 50 m
6%	cada 30 m.
8%	cada 15 m.
10%	cada 10 m.
12%	cada 5 m.

Nota. Fuente: Norma GH 020 de “Componentes de diseño urbano”

Los datos anteriormente mencionados en la Norma GH 020 será de suma importancia para esta investigación ya que serán parámetros esenciales a tomar en cuenta dentro del sistema experto, por ello para futuros investigadores se promueve a revisar a detalle las normativas propias de su país de origen respecto a la zona de proyecto de investigación.

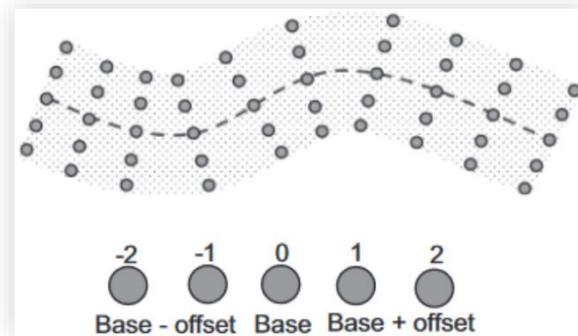
Continuando, con la variable Productividad, se da paso a la dimensión de “Alineamiento horizontal y vertical”, que según Hare et al. (2014), mencionan que el diseño de vías se refiere al problema de conectar dos puntos finales definidos eligiendo una ruta económica y teniendo en cuenta diversas especificaciones de diseño, limitaciones de seguridad e impactos ambientales y socioeconómicos. El problema del diseño de vías se puede dividir en tres subproblemas interrelacionados. En primer lugar, las alineaciones horizontales proporcionan carriles de autopista en vistas satelitales teniendo en cuenta consideraciones políticas y sociales. Por lo tanto, la alineación vertical es un cambio en el perfil del terreno que reduce los costos de construcción y al mismo tiempo cumple con las restricciones regulatorias y de seguridad. Finalmente, las soluciones a los problemas de movimiento de tierras describen cómo reorganizar de manera óptima los materiales para crear el diseño vertical deseado a un costo mínimo. Para lograr eficiencia computacional, muchos investigadores combinan las dos últimas fases para diseñar alineaciones verticales óptimas y al mismo tiempo minimizar los costos de movimiento de tierras. Dado que dos puntos dados pueden conectarse de muchas maneras posibles, elegir rápidamente la mejor alineación entre muchas alineaciones posibles es una tarea difícil. El proceso manual de diseño de carreteras o vías solicita un gran número de profesionales calificados y no hay garantía de que el diseño final sea óptimo.

Según Mondal et al. (2015) mencionan que para la optimización de diseño de carreteras es necesario encontrar la curva que minimice los costos de construcción y al mismo tiempo cumplir con todas las especificaciones de diseño requeridas. Este problema generalmente se divide en tres subproblemas interrelacionados: optimización lineal horizontal, optimización lineal vertical y optimización del desplazamiento del suelo. En un diseño típico vial, primero se proponen alineamientos horizontales y luego se optimizan los alineamientos

verticales asociados, teniendo en cuenta las limitaciones del diseño de alineamiento vertical y movimiento de tierras, además de buscar la mejor curva que conecte dos puntos finales determinados en un corredor.

Figura 4

Variación de corredor en vista horizontal

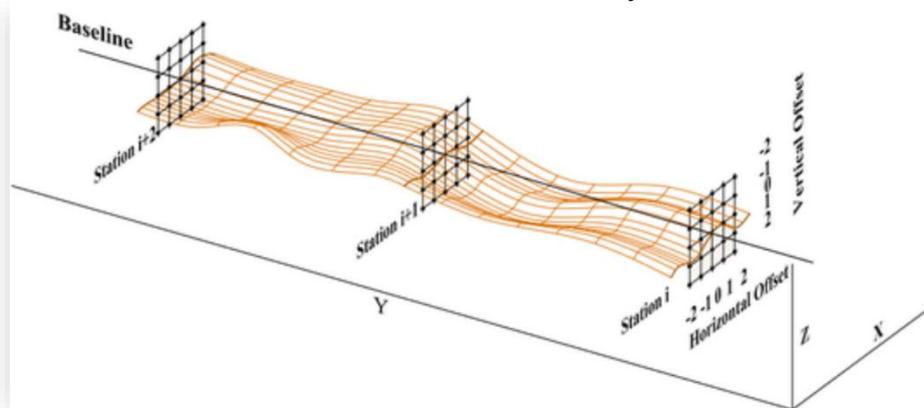


Nota. Fuente: Mondal et al. (2015)

A continuación, se observa el desplazamiento vertical, el cual ha sido agregado al alineamiento horizontal junto a sus posibles perfiles de carretera, donde se interpreta con una cuadrícula separada para cada ubicación.

Figura 5

Corredor tridimensional con desfase horizontal y vertical



Nota. Fuente: Mondal et al. (2015)

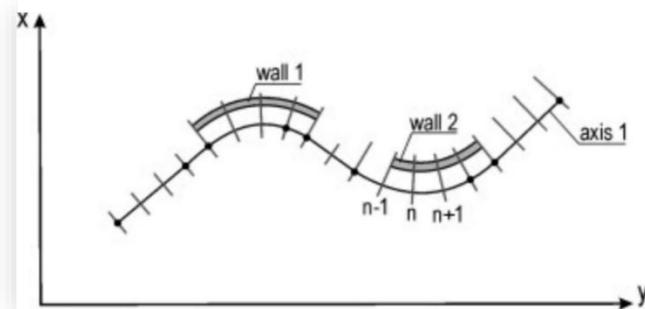
Según Monnet et al. (2019) mencionan que el diseño, implica decidir cómo construir una carretera entre dos puntos finales. El diseño de autopistas es un desafío porque los diseñadores deben encontrar un equilibrio que cumpla con muchas limitaciones y al mismo tiempo minimice los costos de construcción. Simplemente encontrar un camino que respete las limitaciones puede ser una

tarea desalentadora. Los problemas de diseño de carreteras generalmente se dividen en tres subproblemas interdependientes. El problema de alineación horizontal implica encontrar el alineamiento de la carretera en el plano horizontal desde la perspectiva del satélite. Dada la alineación horizontal, el problema de la alineación vertical es seleccionar el contorno del camino en el plano vertical. Una vez elegido el perfil vertical, el problema del movimiento de tierras es encontrar cómo mover el material para formar el perfil del terreno y darle el perfil de carretera deseado. Por tanto, el problema de movimiento de tierras depende de la solución elegida al problema del alineamiento vertical, que a su vez depende del alineamiento horizontal de la vía. Se puede observar que la alineación horizontal es el más difícil de resolver de estos tres problemas. Consideraron varios enfoques para resolver el problema de la alineación horizontal, ya que la alineación horizontal y vertical se pueden combinar en un solo problema y resolverse mediante diferentes métodos, por ejemplo, algoritmos genéticos.

Según Rebolj et al. (2008) mencionan que los objetos son en realidad colecciones de elementos definidos por primitivas geométricas básicas. El plan inicial consta de objetos de planificación, cada uno de los cuales se deriva exclusivamente de un elemento de ruta 3D y representa solo una interpretación de ese tiempo.

Figura 6

Proyección de objetos en alineación horizontal



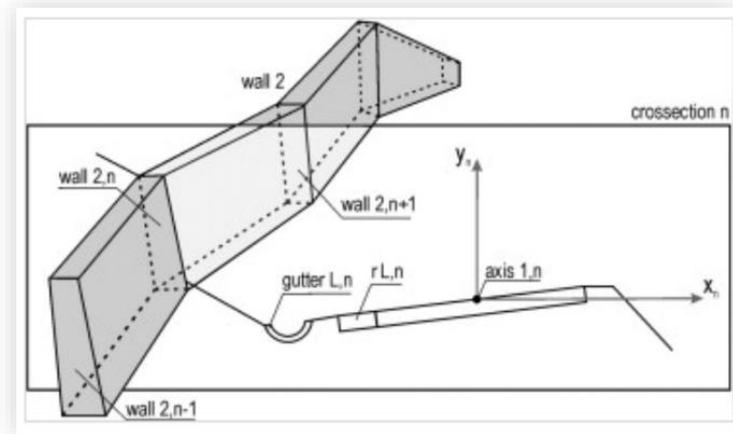
Nota. Fuente: Rebolj et al. (2008)

La proyección de la sección transversal de objetos de carretera está representada por el objeto de la sección transversal; por lo tanto, un plano de sección transversal es un conjunto de objetos de

sección transversal que se pueden conectar a un determinado eje (es decir se "mueven" con el eje), en este caso están conectados al terreno.

Figura 7

Objetos de sección transversal y vía



Nota. Fuente: Rebolj et al. (2008)

Sobre la dimensión "Eficiencia", según Fink & Koenig (2019) mencionan que el uso de herramientas y métodos digitales pueden aumentar la eficiencia y la diversidad de la planificación. Según Kaatz-Dubberke & Kehl (2020) mencionan que en términos de planificación urbana los sistemas impulsados por inteligencia artificial tienen la capacidad de asistirnos en el diseño de procesos más eficientes para gestionar las complejidades de los entornos urbanos en tiempo real, lo que resulta en la conservación de recursos y un aumento en la productividad. Y estimaron que para el año 2030, se espera que las tecnologías de IA contribuyan con hasta 15 000 millones de dólares a la economía global. Según Kwon et al. (2021) elaboraron un sistema desarrollado o experto y para la prueba de eficiencia se basó en la cuantificación por click (ratón o "mouse de computador") y tiempo mientras los encuestados realizaban modelados 3D viales con los software e-BIM, Civil 3D, y un sistema experto.

Sobre la dimensión "Eficacia", según Brichetti et al. (2021) mencionan que la eficiencia y eficacia de los sistemas de transporte urbano se encuentran sujetos a las características locales como la densidad urbana, además de la morfología, geografía, y ubicación de accesos a centros laborales, educativos y de salud. Según Raza et al. (2017) mencionan que el movimiento de tierras tiene gran

impacto en el costo de un proyecto, y por ese motivo la selección de un incorrecto método para cuantificar el volumen de tierras provoca un aumento de costos. Cho et al. (2016) plantearon 2 casos de alineamientos y perfiles con características planas y superficie variable (pendiente media elevada de aproximadamente 7.86%) donde demostraron que puede existir hasta un 5% de variación del cálculo de volúmenes de tierra dependiendo si se utiliza el método de áreas finales promedio, método prismoidal, y método compuesto. Además según Cheol-Seok et al. (2014) se puede realizar una cuantificación de movimiento de tierras mediante la transformación de la superficie a sólidos en 3D y de los corredores para después realizar una diferencias de volúmenes.

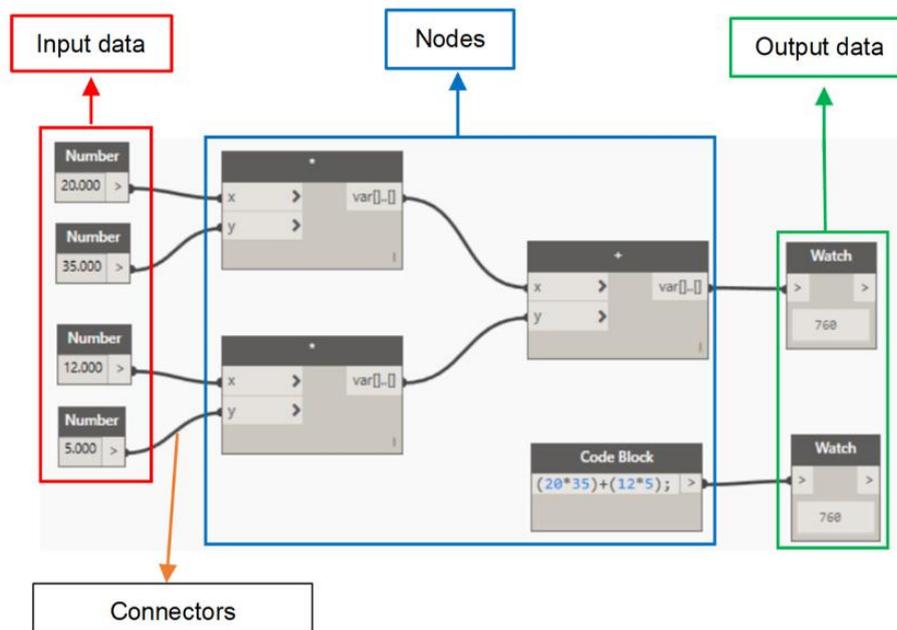
Pasando a la variable “Sistema experto”, en su dimensión “Conocimiento”, según Richthofen A. et al. (2018) realizaron un método de aprendizaje con lógica paramétrica del diseño urbano a profesionales de Singapur detallando una correlación positiva en el implemento de esta metodología en la práctica de proyectos. Además, mencionaron que las herramientas de diseño paramétrico aceptan datos de entrada variables, estableciendo relaciones matemáticas y la generación de datos adicionales, incluido su información geométrica. Y gracias al crecimiento de la potencia computacional y a la mayor disponibilidad de datos, los sistemas paramétricos ahora pueden resolver fenómenos urbanos complejos a nivel multiescalar y multidimensional.

En la dimensión “Sistema experto” según López et al. (2008) mencionan que dichos sistemas pueden simular la toma de decisiones humana, que normalmente implica respuestas absolutas de sí y no. Además, producen resultados claros basados en datos de entrada que pueden ser incompletos, ambiguos, distorsionados o imprecisos. Así como también según Ponce & Rojas (2019) mencionan que los sistemas expertos difusos modelan variables de proceso relevantes y establecen parámetros con un alcance específico y una base de reglas para describir el sistema. Según Collao et al. (2021) mencionan que los sistemas en proyectos de ingeniería civil relacionados a programación visual están creciendo y reduciendo la brecha de la automatización. Así como también hacen mención que realizaron un análisis de 26 artículos académicos donde China fue el más

destacado seguido de publicaciones europeas, sin embargo, existe un vacío sustancial en proyectos de carreteras y túneles.

Figura 8

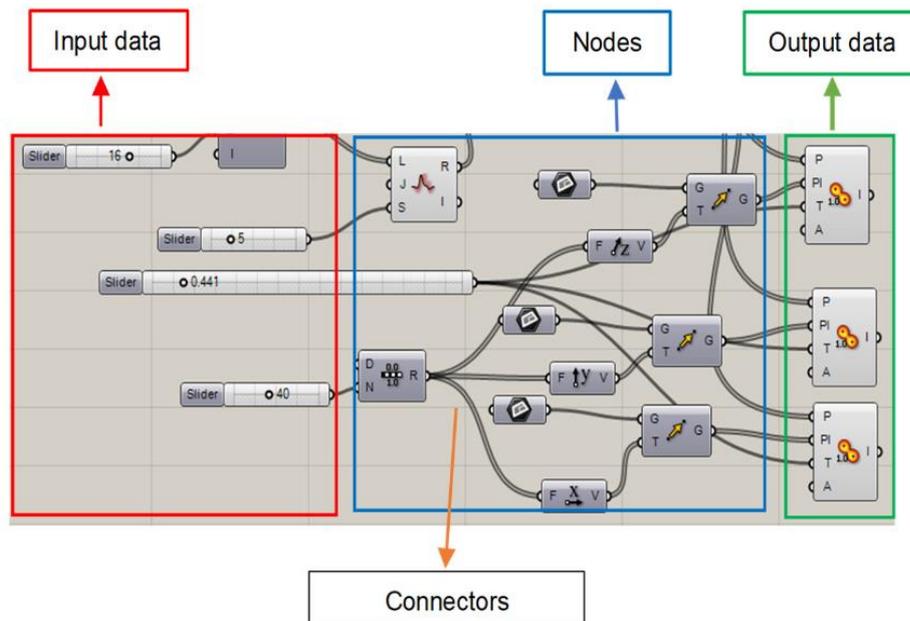
Script VP de la herramienta Dynamo



Nota. Fuente: Collao et al. (2021)

Figura 9

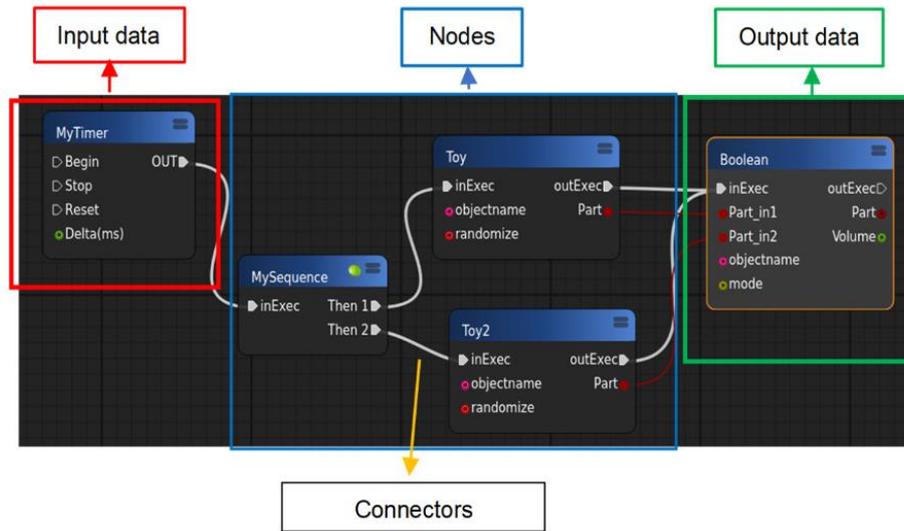
Algoritmo VP de la herramienta Grasshopper



Nota. Fuente: Collao et al. (2021)

Figura 10

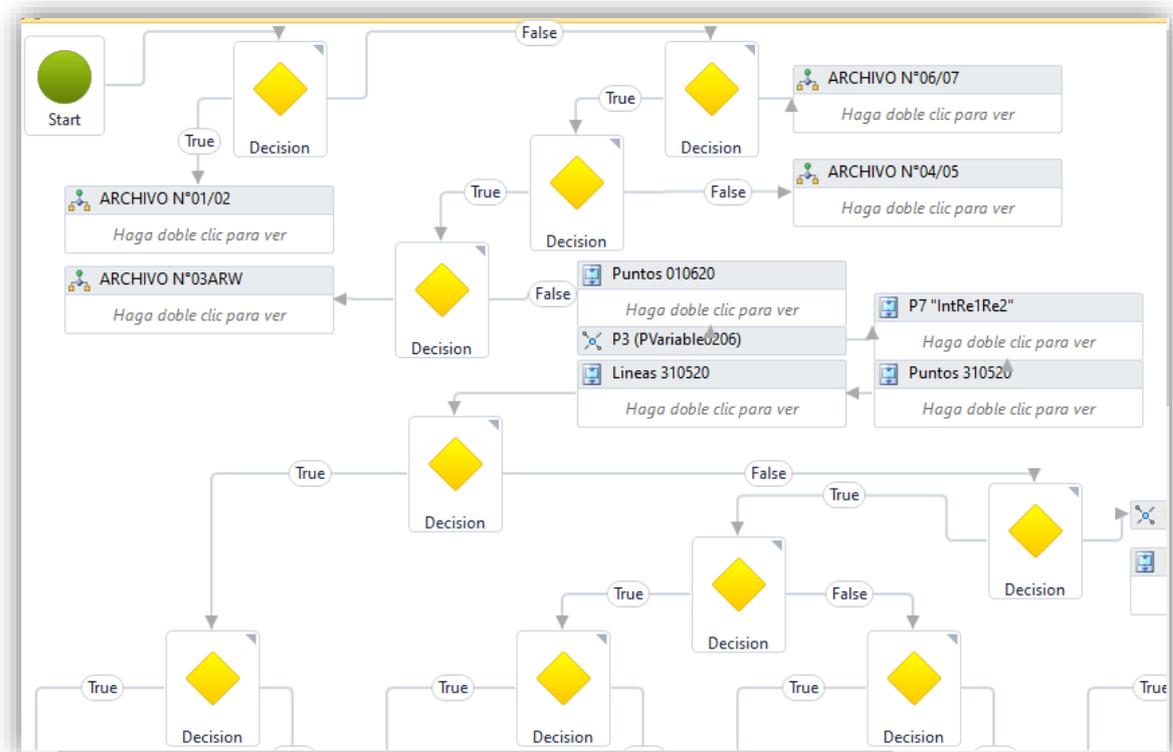
Script VP de la herramienta de lenguaje Python



Nota. Fuente: Collao et al. (2021)

Figura 11

Nodos y conectores de la herramienta Subassembly Composer



Nota. Fuente: Elaboración propia

Figura 12*Parámetros de entrada y salida de la herramienta Subassembly Composer y Civil 3D*

Input/Output Parameters						ADVANCED	
Name	Type	Direction	Default Value	DisplayName	Description	Parameters	
Side	Side	Input	Right			Side	Right
PavCutFillSlope	Slope	Input	0.33:1	PavCutFillSlope	Indique Slope PavCF	PavCutFillSlope	0.33:1
ConditVeredAlt	Double	Input	0.15	ConditVeredAlt	Indique H ConditVereda	ConditVeredAlt	0.150m
AlturaSard	Double	Input	0.15	AlturaSard	Indique H Sardinel	AlturaSard	0.150m
AnchoSard	Double	Input	0.1	AnchoSard	Indique Anch Sardinel	AnchoSard	0.100m
AnchoVereda	Double	Input	1.2	AnchoVereda	Indique Anch Vereda	BaseGranulEsp	0.300m
SubBaseEsp	Double	Input	0.2	SubBaseEsp	Indique SubBase Espesor	AnchoVereda	1.500m
BaseGranulEsp	Double	Input	0.3	BaseGranulEsp	Indique BaseGran Espesor	SubBaseEsp	0.200m
CarpAsftEsp	Double	Input	0.1	CarpAsftEsp	Indique CarpAsft Espesor	BermaSlope	4.00%
BermaSlope	Grade	Input	4.00%	BermaSlope	Indique BermaSlope	CarpAsftEsp	0.100m

Nota. Fuente: Elaboración propia

En la dimensión “Nivel de impacto” según Zhang & Liu (2019) mencionan que el modelo paramétrico ayuda a planificadores y diseñadores urbanos a visualizar escenarios rápidamente editando guiones (scripts) y ajustando parámetros para automatizar tareas repetitivas. Pero a medida que se expande la planificación basada en la forma, los guiones y parámetros se vuelven demasiado complejos para regular la forma urbana. Por el contrario, las bases de datos complejas hacen que el proceso de planificación sea ineficiente. Además, los métodos paramétricos pueden ayudar a visualizar posibles rutas de comportamiento como líneas de campo en una plataforma de modelado. Las líneas de campo pueden reflejar en parte tendencias de comportamiento y el uso del espacio urbano, pero aún carecen de precisión.

Según Zhang & Liu (2021) mencionan que el urbanismo paramétrico tiene el potencial de apoyar la optimización ambiental en áreas urbanas complejas. Los métodos paramétricos proporcionan un apoyo más conveniente y dinámico al desarrollo urbano, sin embargo, los entornos especialmente aquellos con estructuras urbanas complejas deben considerarse junto con otras cuestiones como la habitabilidad, la transitabilidad peatonal y la sostenibilidad.

Sobre la dimensión de “Modelo digital” según Hare et al. (2015) presentan un modelo de programación lineal mixta para optimizar la alineación vertical en la construcción de carreteras. El modelo tiene en cuenta el entorno natural y las

pendientes de las carreteras. Y además mencionan que la aproximación de la pendiente transversal puede producir soluciones dentro de un rango de error aceptable sin aumentar significativamente la complejidad temporal. El artículo destaca que por lo general estos aspectos no se tienen en cuenta en los modelos existentes de alineación vertical, lo que puede provocar errores importantes en el cálculo y planificación de los costes de obra.

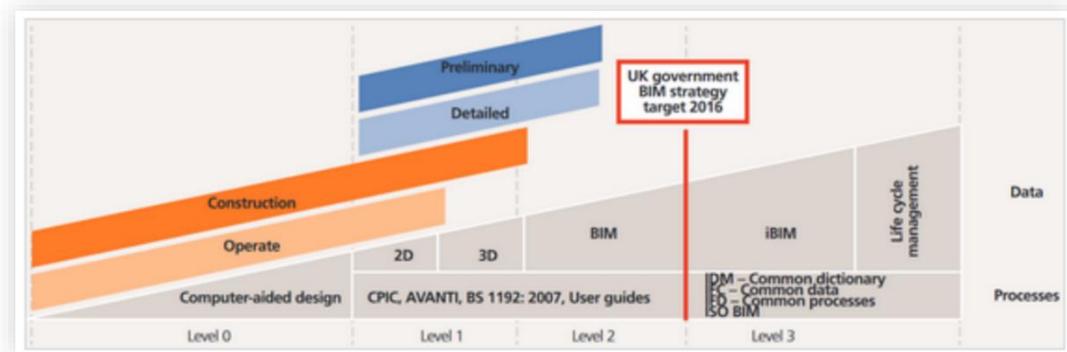
Según Salzano et al. (2023) mencionan que se deben producir modelos 3D interactivos para replicar el diseño, construcción y uso de la infraestructura. Los modelos I-BIM contienen datos sobre cada componente del edificio, incluida la geometría, especificaciones de los materiales, proyecciones de costos e información sobre eficiencia energética. Además, agregan que el origen de la metodología BIM se remonta a la década de 1970, cuando se crean los primeros programas CAD, utilizados para diseñar sistemas arquitectónicos y de ingeniería. Charles Eastman, principalmente considerado como el padre de BIM, fue pionero en el software CAD al combinar los beneficios de las imágenes de diseño arquitectónico bidimensionales (dibujos, planos y secciones) y las representaciones tridimensionales en un modelo realizado digitalmente. En relación con el modelado BIM en ingeniería de infraestructuras, han surgido diferentes enfoques que se adaptan a diferentes situaciones. Cuando BIM se utiliza para infraestructura horizontal como carreteras y ferrocarriles, se convierte en I-BIM lo cual puede incluir modelado de plantas y sub servicios completos. Aunque la arquitectura horizontal es muy diferente de la arquitectura puntual, el concepto del método es el mismo pero la implementación es diferente. De hecho, el posicionamiento espacial y la expansión de la infraestructura horizontal implica un enfoque especial de los métodos de modelado geométrico.

Según Neath et al. (2014) mencionan que se demuestra las dificultades de aplicar BIM en la práctica: el cliente planea actualizar BIM al nivel 2 en la fase de diseño, mientras que el contratista degrada BIM al convertir datos 3D en dibujos 2D tradicionales. Un plan de ejecución BIM sirve como herramienta para aclarar qué nivel de BIM los contratistas deben poner a disposición y evitar la pérdida de información de activos. Se menciona estas

dificultades ya que representan la realidad de tener modelos paramétricos y no saber aprovechar la información proveniente del mismo.

Figura 13

Dificultades de adopción BIM



Nota. Fuente: Neath et al. (2014)

Según Obergriber et al. (2011) mencionan que el enfoque de modelado 3D ayuda a mejorar los procesos de planificación geotécnica y de infraestructura, sirviendo de ayuda a los ingenieros civiles con modelos 3D paramétricos de productos viales o ferroviarios. El modelo BIM (InfraBIM) exclusivo de terrenos e infraestructura se puede utilizar para realizar diversas tareas de planificación, como visualización de carreteras, detección de colisiones geométricas, determinación de la calidad del terreno e identificación de problemas de gestión de la construcción mediante simulación 4D.

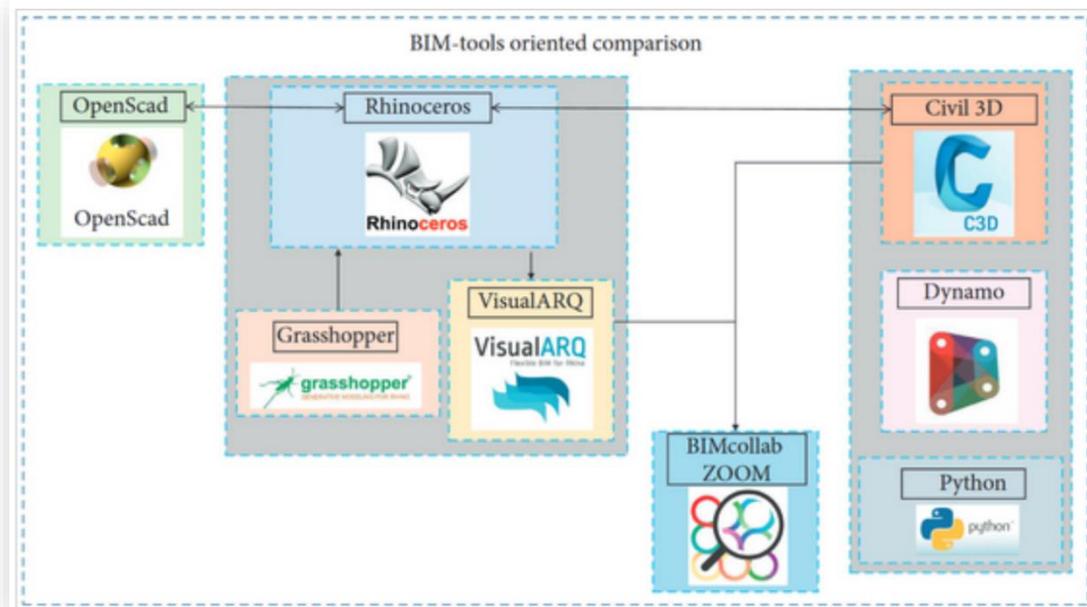
Sobre la dimensión de “Parámetros” según Christenson (2009) el modelado paramétrico permite a los diseñadores crear fragmentos, componentes, y conjuntos de variables capaces de transmitir relaciones semánticas a representaciones de objetos. Según Biancardo S.A., Capano A., et al. (2020) mencionan un nuevo modelo paramétrico para el diseño de infraestructura vial, que se basa en la implementación de un lenguaje de programación visual y puede diseñarse especificando los valores de los parámetros de entrada utilizando código. Civil 3D y Dynamo, las cuales son herramientas integrales de diseño de carreteras, y tienen todas las funciones y elementos para crear una infraestructura vial completa. Según Khan et al. (2019) elaboraron una generación automática de modelos 3D para la planificación de seguridad, y mencionan que

debería extenderse esta práctica a otras áreas que contengan reglas y proyectos de infraestructura tales como tuberías, puentes, o diseño paramétricos.

Según Biancardo S.A. et al. (2021) en su artículo “Procedural Modeling-Based BIM Approach for Railway Design” mencionan el potencial positivo del uso de diferentes herramientas de programación basadas en BIM dentro de la industria ferroviaria examinando su interoperabilidad y capacidades de intercambio de información. Las herramientas BIM estudiadas se basan en diferentes lenguajes de scripting para el modelado paramétrico, que aportan una mayor flexibilidad en el proceso de parametrización del modelo.

Figura 14

Herramientas BIM orientadas a la programación

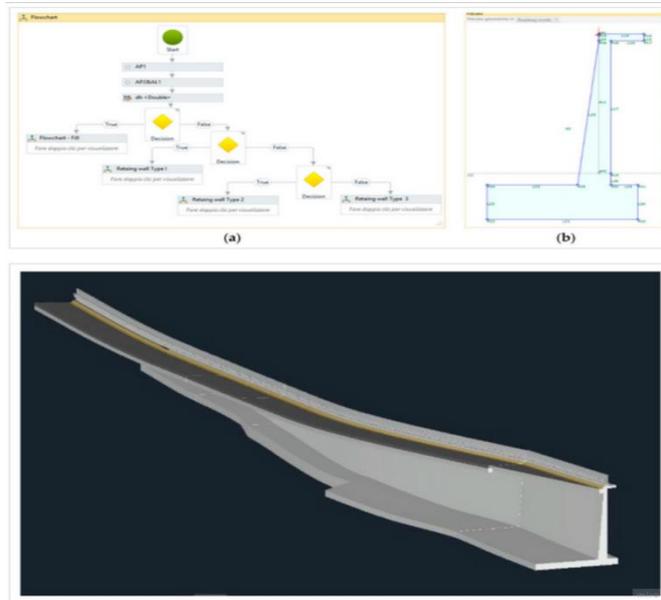


Nota. Fuente: Biancardo S.A. et al. (2021)

Según Biancardo S.A., Viscione, et al. (2020) mencionan que para algunos modelos de características viales no editables, como muros de contención y barandillas se pueden usar las herramientas Revit y Subassembly Composer como alternativas, utilizando esta última para agregar variables de decisión que cambian las características dimensionales como las distancias, sus constituyentes o relaciones con la superficie terrestre.

Figura 15

Sub-ensamblaje de Muro de contención



Nota. Fuente: Biancardo S.A., Viscione, et al. (2020)

Según Biancardo S.A. et al. (2023) en su artículo “BIM approach for stone pavements in Archaeological Sites: The case study of Vicolo dei Balconi of Pompeii”, mencionan un ejemplo de uso muy intuitivo con un sistema híbrido de programación visual y de texto elaborado con Dynamo, el cual consiste de variables R, G, B (rojo, verde y azul) que se utilizan para definir colores en Civil 3D.

Según Rana R. et al. (2019) mencionan que Subassembly Composer es un software diseñado para ensamblar subconjuntos en civil 3D. Además, proporciona una interfaz para modificar y combinar subconjuntos complejos sin necesidad de que los programadores codifiquen. Es posible crear subcomponentes personalizados que se adapten a necesidades específicas y una vez importados a Civil 3D, se pueden reutilizar según nuestros requisitos.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es aplicada”, debido a que se sigue un sistema experto, para luego evaluar su impacto en la productividad del proceso de diseño geométrico. Es decir, se investiga de qué manera se realiza el impacto del sistema experto en la productividad del presente diseño. Dicho sistema experto consiste de parámetros esenciales a la necesidad de aplicación en este esquema de investigación, es decir para zonas urbanas de altas pendientes y sus vías de transitabilidad vehicular y peatonal.

En cuanto al diseño de investigación, se trata de un diseño no-experimental, transeccional, de tipo correlacional causal ya que se busca asociar las variables de investigación, predecir su impacto en la productividad, y cuantificar los resultados en términos de la productividad según el criterio de evaluación estipulado en esta investigación. El enfoque de la investigación es de tipo cuantitativa y ordinal ya que se busca en el cuestionario establecer con términos jerárquicos las preguntas del presente estudio. En cuanto al nivel de investigación, se realiza una revisión de literatura y análisis documental ya que se toma en cuenta investigaciones de relevancia como artículos, revistas indexadas, trabajos de investigaciones para enriquecer con sus aportes de otras perspectivas sobre la aplicación de nuevos sistemas al diseño geométrico. Debido a la escasa información sobre este tema también se mencionó otros sistemas expertos aplicados a este rubro de investigación.

3.2. Variables y operacionalización

Variable dependiente 1: Productividad

- Definición conceptual:

Según Ascue (2017) una mayor productividad representa la eficiencia correcta de objetos inteligentes y paramétricos en 3D, disminución drástica de tareas de documentación, y la mejora de flujos

de diseño con lo cual se conseguiría un mayor control, optimización de tiempos, minimización de errores. Es decir, se considera como la capacidad de realizar un diseño geométrico de vías urbanas de manera eficiente, y eficaz en un tiempo adecuado.

- Definición operacional:

Medida cuantitativa de la eficiencia y eficacia en el diseño de vías urbanas de altas pendientes en Lima durante el año 2023. Se basa en la recolección de respuestas según cuestionario mediante la demostración y explicación de un modelo de diseño resultante de haber aplicado el sistema experto.

- Indicadores

A continuación, se procede a mencionar las dimensiones e indicadores utilizados para la primera variable, además ha de mencionarse que cada indicador corresponderá a una pregunta siendo un total de 4 dimensiones y 13 indicadores. Y se coloca un número que representará el orden que posee dicho indicador respecto a su posición en las preguntas del cuestionario de esta investigación.

- Evaluación de zona de estudio: (1) "Data inicial de proyecto", (2) "Flujo de trabajo organizacional", (3) "Herramientas informáticas", (4) "Topografía", (5) "Geomorfología", (6) "Trabajo de campo y gabinete".
- Alineación horizontal y vertical: (7) "Trazo de ruta" (8) "Perfil o alineamiento vertical" (9) "Optimización de perfil o rasante propuesta"
- Eficiencia: (10) "Rendimiento de recursos" (11) "Tiempo de ejecución del sistema experto"
- Eficacia: (12) "Metas" (13) "Calidad".

- Escala de medición

La escala de medición es de tipo ordinal y escala Likert en donde "Muy de acuerdo" es 5, "De acuerdo" es 4, "Neutral" es 3, "En desacuerdo" es 2, " y "Muy en desacuerdo" es 1.

Variable independiente 2: Sistema experto

- Definición conceptual

Según Collao et al. (2021) se interpreta como algoritmos basados en expresiones visuales representados por diagramas de procesos en lugar de líneas de código de programación convencional. Además, se compone de parámetros de entrada (información inicial), nodos (operadores algorítmicos), salida (resultado posterior a la ejecución del algoritmo), y conectores (líneas virtuales de conexión para nodos y formar los diversos algoritmos).

- Definición Operacional

Es un sistema de software que utiliza conocimientos y reglas de expertos en el campo de diseño geométrico para tomar decisiones y proporcionar recomendaciones automáticas durante el proceso de diseño. Además, utiliza algoritmos y técnicas de inteligencia artificial, como el razonamiento lógico y la inferencia, para analizar los datos ingresados por el usuario, evaluar diferentes opciones de diseño y generar soluciones óptimas o cercanas a la óptima. El sistema experto posee una interfaz de usuario intuitiva que permite a los diseñadores ingresar información relevante sobre la vía, topografía, requisitos de capacidad, restricciones normativas y preferencias específicas. A partir de esta información, el sistema experto presenta en tiempo real opciones de diseño, evaluando su viabilidad y sugiriendo soluciones alternativas en función de los criterios establecidos.

- Conocimiento: (14) "Grado de comprensión" (15) "Capacitaciones y/o charlas" (16) "Grado de auto dedicación"
- Sistema experto: (17) "Oportunidades de implementación" (18) "Grado de interés" (19) "Grado de riesgo"

- Nivel de impacto: (20) "Facilidad de uso" (21) "Precisión del sistema" (22) "Tiempo de revisión y aprobación.
 - Modelo digital: (23) "Diseño planimétrico" (24) "Modelación Civil 3D" (25) "Iteraciones".
 - Parámetros: (26) "Identificación" (27) "Fiabilidad" (28) "Ausencia de datos"
 - Calidad de diseño: (29) "Entregable final" (30) "Extracción de información".
- Escala de medición

La escala de medición es de tipo ordinal y escala Likert en donde "Muy de acuerdo" es 5, "De acuerdo" es 4, "Neutral" es 3, "En desacuerdo" es 2, " y "Muy en desacuerdo" es 1.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Está constituida por personas y profesionales AEC (Arquitectura, Ingeniería, y construcción) con conocimiento de infraestructura vial para vías urbanas mayor a 2 años y en especial dentro de la elaboración de proyectos donde su topografía y geomorfología presenten altas pendientes y sea necesario la inclusión de estructuras para el diseño de vías.

Tabla 2
Análisis de consistencia de variables

Variable	Alfa de Cronbach	N de ítems
V1: Productividad	0.763	28
V2: Sistema experto	0.791	28

Nota. Fuente: Elaboración propia

Criterio de inclusión:

- Se incluye profesionales del área de estudio en las ramas de ingeniería, arquitectura, y construcción, con comprensión del área de infraestructura vial.
- Se incluye a profesional extranjeros con conocimiento en las áreas de investigación del presente estudio, ya sea diseño de vías de

transitabilidad en altas pendientes o herramientas de programación visual.

Criterio de exclusión:

- No se considera estudiantes de ingeniería, arquitectura, construcción, ni tampoco profesionales menor a 2 años de experiencia sobre infraestructura vial, programación visual, o similar.

Muestra

Se utilizó la siguiente fórmula para calcular la muestra:

$$n = \frac{Z^2 P(1 - P)}{E^2}$$

La muestra obtenida posee una confiabilidad del 90%, y contiene 50 encuestados para la elaboración de este proyecto de investigación. Sin embargo, se debe aclarar que a pesar de la búsqueda intensiva de profesionales con los criterios de inclusión y exclusión mencionados anteriormente se determinó una cantidad final de 28 encuestados.

Muestreo

Para el muestreo se empleó la técnica “intencional no probabilístico” por elección propia y directa, y se incluye software AEC tales como: Civil 3D y el uso de sistemas expertos basado esencialmente en SAC (Subassembly composer) para así crear el ejemplo demostrativo y explicativo del sistema experto para formar parte de los cuestionarios.

Unidad de análisis

Profesionales AEC (Arquitectura, Ingeniería, y Construcción) con conocimientos indicados en infraestructura vial y/o programación visual.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para obtener los datos sobre las variables productividad y sistema experto, se utilizó una encuesta para obtener datos acerca del impacto de

un sistema experto en la productividad. El instrumento utilizado fue un cuestionario diseñado para recopilar información y posteriormente procesarla y analizarla estadísticamente.

Para ello, se conversó con expertos en diseño geométrico, ingenieros de tránsito, planificadores urbanos y otros profesionales involucrados en el proceso de diseño de vías urbanas de altas pendientes. Estas encuestas permitieron obtener data sobre la percepción del impacto del sistema experto en la productividad, así como identificar desafíos y sugerencias de mejora.

Los cuestionarios incluyen preguntas cerradas para obtener información sobre las variables como el tiempo empleado, la calidad del diseño y la percepción del impacto del sistema experto. Además, se colocó preguntas abiertas para obtener comentarios y opiniones adicionales.

Agregado al instrumento de recolección se creó un video explicativo y demostrativo publicándose en las plataformas de YouTube & LinkedIn y adjuntado en los cuestionarios. Además, se ha de mencionar que para los participantes extranjeros (de habla no hispana) se elaboró un cuestionario en inglés por lo que es posible la variación de las respuestas por la terminología de la traducción utilizada sin embargo se procuró que no exista tal diferencia de término utilizados en las preguntas.

Además, se utilizó un proyecto ejemplo en conjunto con los softwares Subassembly composer y Autodesk Civil 3D, del cual se importaron los archivos de condicionales o sub-ensamblajes, propios del sistema experto y se elaboró el diseño geométrico respectivo.

En concordancia con el progreso general de la investigación, estas técnicas y herramientas proporcionaran datos significativos y relevantes sobre las variables investigadas. Esto permite analizar de manera más profunda el impacto del sistema experto en la productividad y comparar los resultados con casos donde no se utilizó el sistema experto.

Validez: El instrumento para esta investigación es validado por el juicio de expertos, quienes darán su aprobación o recomendación de mejora según fuera necesario. Así como también sigue los criterios del cuestionario relacionado a su pertinencia, relevancia, claridad, y suficiencia.

Tabla 3
Validación por juicio de expertos

N°	Expertos	Grado profesional
1	Rejas de la Peña, Aldo Fernando	Doctor
2	Liy Lion, Roger Daniel	Magister
3	Huanca Borda, Ángel Rosan	Magister

Nota. Fuente: Elaboración propia

Confiabilidad: Es determinada por la prueba y fórmula de Alfa de Cronbach para lo cual se utiliza el programa Jamovi.

3.5. Procedimientos

A continuación, se explica el flujo de trabajo a realizarse en esta investigación y posteriormente el procedimiento para elaboración de la encuesta.

1. Revisión de literatura: Se llevo a cabo una revisión minuciosa en la documentación disponible de ámbito académico y técnico relacionado con el diseño geométrico de vías urbanas de altas pendientes de preferencia en un ámbito nacional por estudio de esta investigación, así como sobre el uso de sistemas expertos en procesos de diseño. Esta revisión permitió establecer el estado actual, identificar metodologías existentes o flujo de trabajo tales como BIM/VDC, programación visual, y marcos teóricos relevantes para así fundamentar la investigación.
2. Instrumento de recolección: Para realizar la encuesta, por cuestionario, primeramente, se consultó a profesionales del ámbito de estudio para generar recomendaciones y mejorar así las preguntas a realizar correspondientes a los indicadores y dimensiones. Luego se procedió a realizar cuestionarios por formularios de Google e ir enviando vía correo y LinkedIn (para aplicar filtros de perfiles). Así como también se agregaron 2 videos de 1 y 5 minutos a los cuestionarios proporcionados a los encuestados con contenido demostrativo y explicativo de la aplicación del sistema experto.

3. Posteriormente se realizó la validación de expertos, donde se logró satisfactoriamente cambios solicitados a realizar entorno al uso de términos utilizados en las preguntas y así lograr la mayor coherencia y comprensión para los encuestados.
4. Finalmente se procedió a recolectar la información en una base de datos Excel y gracias al software estadístico Jamovi se determinó de manera positiva su nivel de confiabilidad por Alfa de Cronbach.

3.6. Método de análisis de datos

Se realizó el análisis de los datos recolectados utilizando técnicas estadísticas para interpretar los resultados y responder a las preguntas de investigación planteadas. Se usa el software estadístico Jamovi para procesar, analizar, e interpretar correctamente los resultados de los cuestionarios.

Primeramente, se comenzó realizando un análisis descriptivo por baremo (niveles: bajo, medio, alto), para después pasar a un análisis exploratorio con prueba de normalidad (Shapiro-Wilk), así como también la conformidad de su asimetría y curtosis. Segundo se dio pase al análisis inferencial con coeficiente "r" Pearson (grado de correlación) y se finalizó con pruebas de causalidad utilizando análisis de regresión lineal.

3.7. Aspectos éticos

A nivel de beneficencia y no maleficencia, esta investigación procura aportar beneficios a la comunidad de diseñadores y relacionados a la elaboración de diseño geométrico y no causar daños a los participantes o a su entorno. Así como también la mejora del ornato de la localidad, mayor seguridad en el desplazamiento de ciclistas, y la reducción en gastos de salud. Así mismo se respeta el nivel de autonomía y justicia los deseos de las personas que por decisión propia participará en esta investigación.

Es fundamental que todos estos aspectos éticos sean abordados y considerados en el diseño, implementación y reporte de la investigación, cumpliendo con los principios éticos y regulaciones aplicables en el ámbito académico y científico.

A continuación, se menciona fundamentación legal que se aplicaron en esta investigación:

- ✓ Manual de Diseño geométrico de Vías Urbanas – 2005 – VCHI, ICG. Lima, Perú.
- ✓ Manual de carreteras: diseño geométrico DG-2018
- ✓ Autodesk® Civil 3D® 2023 “Documentación Kit nacional/país”
- ✓ Guía para la habilitación urbana en asentamientos humanos y mitigación del riesgo
- ✓ Resolución Ministerial N°242-2019-VIVIENDA
- ✓ Reglamento Nacional de Gestión de infraestructura vial. MTC Perú 2006.

IV. RESULTADOS

En primera instancia se da paso al análisis descriptivo de la investigación, donde se procesó los datos del instrumento de investigación de las 28 personas de la muestra, y estos datos se presentarán en forma de tablas de frecuencia para un mejor análisis y construcción, tomando en cuenta los niveles de las variables y luego para describir la hipótesis del estudio comparado.

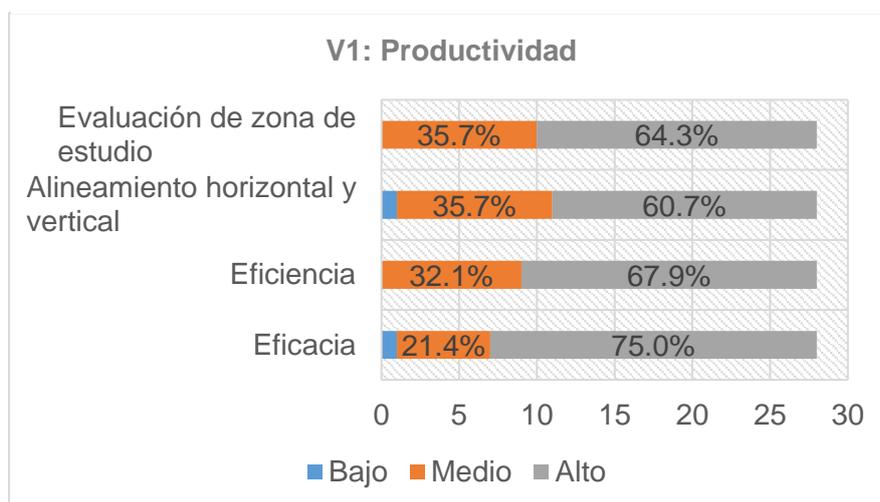
Para las variables V1 (Productividad), V2 (Sistema experto) y sus dimensiones, la frecuencia se mide en un esquema de escala Baremo (bajo, medio, alto).

Tabla 4
Análisis descriptivo Variable 1 - Baremo

Niveles	Frecuencias	% del Total	% Acumulado
Alto	19	67.9 %	67.9 %
Medio	9	32.1 %	100.0 %

Nota. Fuente: Elaboración Jamovi 2.4.11

Figura 16
Gráfico de barras V1-Productividad (Baremo)



Nota. Fuente: Elaboración Jamovi 2.4.11

En la Tabla 4, para la Variable (V1): Productividad, los datos obtenidos predominan en nivel alto con un 67.9%, la cual según la Figura 16 se percibe principalmente en su dimensión V1DIM4: “Eficacia” un nivel alto 75.0% sobre un

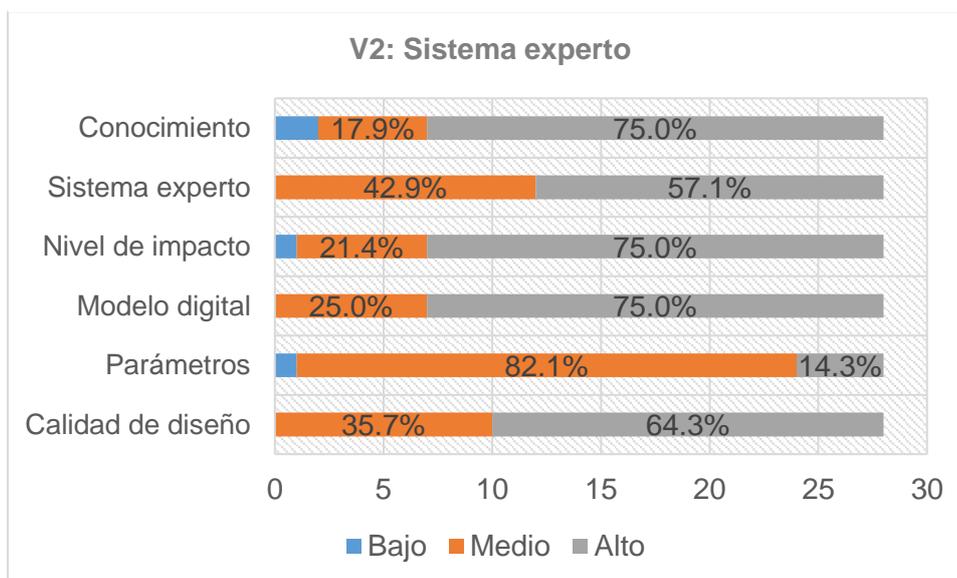
nivel medio de 21.4% y bajo 3.6% con relación a la ayuda generada por la implementación de un sistema experto en la calidad del diseño geométrico. De manera paralela en su dimensión V1DIM2: “Alineamiento horizontal y vertical” se obtuvo un nivel alto de 60.70%, nivel medio 35.7%, y nivel bajo 3.6% donde se observa una percepción menor con respecto a la factibilidad de la generación de propuesta para el alineamiento horizontal y vertical respecto a linderos y pendientes del terreno, así como también su optimización en perfil vertical.

Tabla 5
Análisis descriptivo Variable 2 - Baremo

Niveles	Frecuencias	% del Total	% Acumulado
Alto	20	71.4 %	71.4 %
Medio	8	28.6 %	100.0 %

Nota. Fuente: Elaboración Jamovi 2.4.11

Figura 17
Gráfico de barras V2-Sistema Experto (Baremo)



Nota. Fuente: Elaboración Jamovi 2.4.11

En la Tabla 5, para la Variable (V2): Sistema experto, los datos obtenidos predominan en nivel alto con un 71.4% y un nivel medio de 28.6%, donde se percibe sus dimensiones V2DIM1: “Conocimiento”, V2DIM3: “Nivel de impacto”, V2DIM4: “Modelo digital” con un nivel alto de 75.0% con relación positiva sobre la comprensión actual de los participantes sobre herramientas de diseño geométrico,

la factibilidad de entender e implementar un sistema experto, la mejora de la precisión del modelo digital, reducción de tiempo de revisión, y la posibilidad de que un sistema experto solucione procesos repetitivos existentes de diseño.

Por otra parte en la Figura 17, se observa en su dimensión V2DIM5: “Parámetros” una predominancia en el nivel medio 82.1% y nivel alto 14.3% con relación a la identificación, fiabilidad, y ausencia de parámetros existentes al inicio de proyectos de diseño geométrico donde se observa que los encuestados en mayoría respondieron de manera “neutral” correlacionando así su relación a la incertidumbre de los parámetros en proyectos de infraestructura vial y en específico en vías urbanas de altas pendientes, los cuales son de suma importancia para la correcta elaboración del modelo digital, y por lo tanto generar un impacto en la productividad por medio de la reducción de revisiones y aprobación del proyecto.

A continuación, se procede al análisis exploratorio que comprende la prueba de normalidad de la investigación por sus dos variables.

Tabla 6
Análisis de asimetría y curtosis V1/V2

	V1	V2
N	28	28
Perdidos	0	0
Media	52.4	67.3
Mediana	51.5	67.5
Desviación estándar	6	7.28
Mínimo	41	51
Máximo	65	83
Asimetría	0.235	0.173
Error est. asimetría	0.441	0.441
Curtosis	-0.597	0.477
Error est. curtosis	0.858	0.858

Nota. Fuente: Elaboración Jamovi 2.4.11

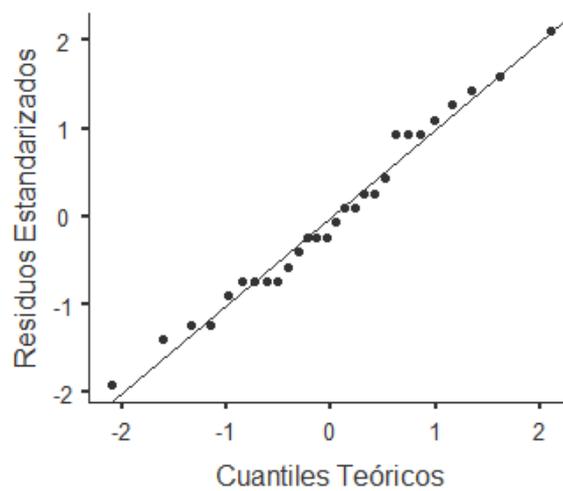
En la Tabla 6, se analiza la asimetría entre valores de -1 y 1, lo cual es considerado como una desviación moderada de la normalidad. Para el error estándar de la asimetría se observa el mismo valor para las dos variables ya que se basa en el tamaño de la muestra. Y finalmente para la curtosis se mantiene dentro del margen de -1 y 1.

Tabla 7
Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk)

Variables	W	p
V1-Productividad	0.978	0.803
V2-Sistema Experto	0.978	0.796

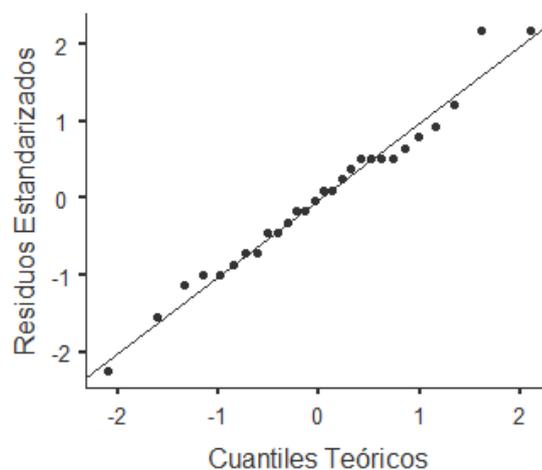
Nota. Un valor p bajo sugiere una violación del supuesto de normalidad. Fuente:
 Elaboración Jamovi 2.4.11

Figura 18
Prueba de normalidad V1 (Gráfica Q-Q)



Nota. Fuente: Elaboración Jamovi 2.4.11

Figura 19
Prueba de normalidad V2 (Gráfica Q-Q)



Nota. Fuente: Elaboración Jamovi 2.4.11

Se observa en la Tabla 7, la determinación de la prueba de normalidad utilizando Shapiro-Wilk con el número de encuestados equivalentes a 28 personas.

Además, se visualiza que tanto la V1&V2 tienen valores dentro de la existencia de la distribución de la normalidad al ser ($p > 0.05$), dado que los resultados son 0.803 y 0.796 respectivamente. Por lo tanto, se continuó a realizar la prueba de correlación paramétrica por medio del coeficiente de Pearson.

Para proseguir se da paso a la elaboración del análisis inferencial por coeficiente de Pearson, y la interpretación del coeficiente "r" de Pearson, expresados en la Tabla 8, del cual se tomó la parte positiva al ser la casuística del análisis de la investigación:

Tabla 8
Interpretación coeficiente "r" Pearson

r	Grado de Correlación
0.00	No existe ninguna correlación entre las variables
0.10	Correlación positiva muy débil
0.25	Positiva débil
0.50	Positiva media
0.75	Positiva considerable
0.90	Positiva muy fuerte
1.00	Correlación positiva perfecta

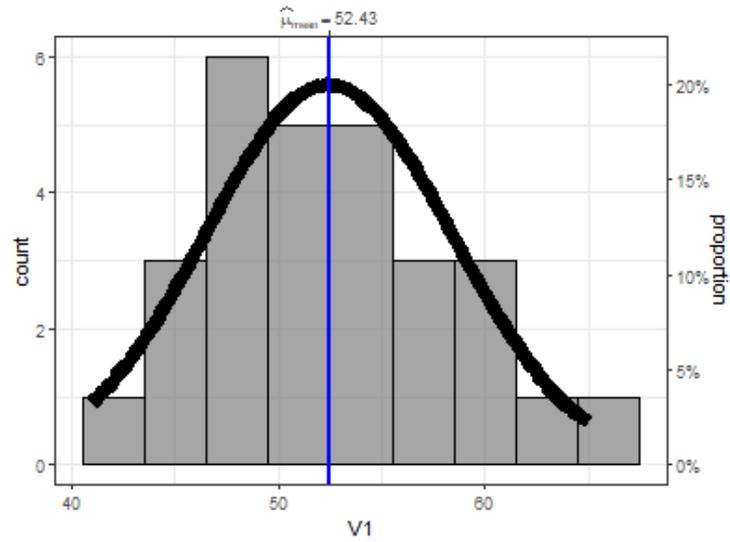
Nota. Fuente: Elaboración propia

Tabla 9
Matriz de correlaciones V1/V2

		V1	V2
V1	R de Pearson	—	
	valor p	—	
	N	—	
V2	R de Pearson	0.695	—
	valor p	< .001	—
	N	28	—

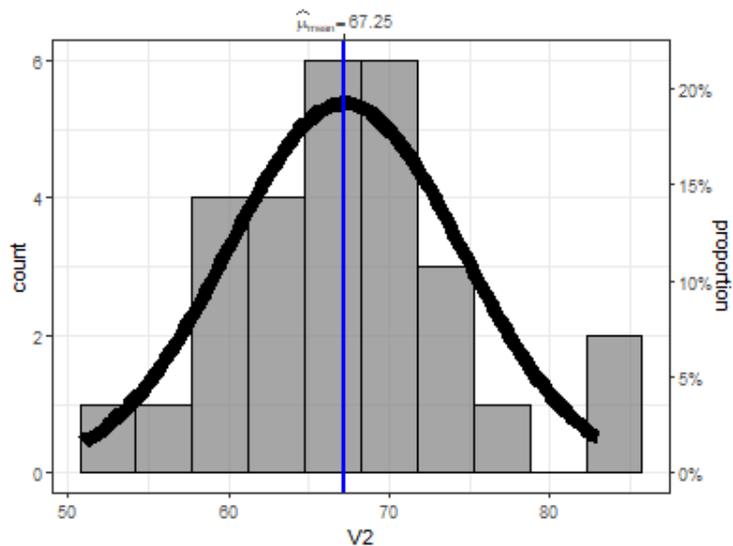
Nota. * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$. Fuente: Elaboración Jamovi 2.4.11

Figura 20
Histograma de tipo estadístico paramétrico V1



Nota. Fuente: Elaboración Jamovi 2.4.11

Figura 21
Histograma de tipo estadístico paramétrico V2



Nota. Fuente: Elaboración Jamovi 2.4.11

Prueba de Hipótesis General

H0: El sistema experto no tiene influencia significativa en la productividad del diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023.

H1: El sistema experto tiene influencia significativa en la productividad del diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023.

En la Tabla 9 se observa que la V2: “Sistema experto” influye en la V1: “Productividad”, con un nivel de significancia de $<.001$, menor a 0.05 dentro del margen de R de Pearson especificando una correlación positiva considerable de 0.695 y por lo tanto se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 10
Matriz de correlaciones V2 -> V1DIM1

		V2	V1DIM1
V2	—	—	
V1DIM1	R de Pearson	0.440*	—
	valor p	0.019	—
	N	28	—

Nota. * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$. Fuente: Elaboración Jamovi 2.4.11

Prueba de Hipótesis Especifica N°01

H0: El sistema experto no tiene influencia significativa sobre la dimensión “Evaluación de zona de estudio” en el proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023.

H1: El sistema experto tiene influencia significativa sobre la dimensión “Evaluación de zona de estudio” en el proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023.

En la Tabla 10 se observa que la V2: “Sistema Experto” influye en la V1DIM1: Evaluación de zona de estudios, con un nivel de significación de 0.019, menor a 0.05 dentro del margen de R de Pearson especificando una relación positiva con un nivel medio de 0.440. Por lo tanto, se acepta la hipótesis general H1 $R=0.440$, significancia (p -valor <0.05), y se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 11
Matriz de correlaciones V2 -> V1DIM2

		V2	V1DIM2
V2	—	—	
V1DIM2	R de Pearson	0.545**	—
	valor p	0.003	—
	N	28	—

Nota. * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$. Fuente: Elaboración Jamovi 2.4.11

Prueba de Hipótesis Específica N°02

H0: El sistema experto no tiene influencia significativa en la dimensión “Alineamiento horizontal y vertical” en el proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023.

H1: El sistema experto tiene influencia significativa en la dimensión “Alineamiento horizontal y vertical” en el proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023.

En la Tabla 11 se observa que la V2: “Sistema Experto” influye en la V1DIM2: Alineamiento horizontal y vertical, con un nivel de significación de 0.003, menor a 0.05 dentro del margen de R de Pearson especificando una relación positiva con un nivel medio de 0.545. Por lo tanto, se acepta la hipótesis general H1 $R=0.545$, significancia (p -valor <0.05), y se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 12

Matriz de correlaciones V2DIM4 -> V1DIM3

		V2DIM4	V1DIM3
V2DIM4	—	—	
V1DIM3	R de Pearson	0.474*	—
	valor p	0.011	—
	N	28	—

Nota. * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$. Fuente: Elaboración Jamovi 2.4.11

Prueba de hipótesis específica n°03

H0: El modelo digital elaborado a partir de la aplicación del sistema experto, no tiene influencia significativa sobre la dimensión “eficiencia” del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023.

H1: El modelo digital elaborado a partir de la aplicación del sistema experto, tiene influencia significativa sobre la dimensión “eficiencia” del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023.

En la Tabla 12, se observa que la V2DIM4: Modelo Digital influye en la V1DIM3: Eficiencia, con un nivel de significación de <0.001 , menor a 0.05 dentro del margen de R de Pearson especificando una relación positiva con un nivel medio

de 0.474. Por lo tanto, se acepta la hipótesis general H1 $R=0.474$, significancia (p -valor <0.05), y se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 13
Matriz de correlaciones V2DIM4 -> V1DIM4

		V2DIM4	V1DIM4
V2DIM4	—	—	
V1DIM4	R de Pearson	0.638***	—
	valor p	< .001	—
	N	28	—

Nota. * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$. Fuente: Elaboración Jamovi 2.4.11

Prueba de hipótesis específica n°04

H0: El modelo digital elaborado a partir de la aplicación del sistema experto, tiene no influencia significativa sobre la dimensión “eficacia” del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023.

H1: El modelo digital elaborado a partir de la aplicación del sistema experto, tiene influencia significativa sobre la dimensión “eficacia” del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023.

En la Tabla 13 se observa que la V2DIM4: Modelo Digital influye en la V1DIM4: Eficacia, con un nivel de significación de <0.001 , menor a 0.05 dentro del margen de R de Pearson especificando una relación positiva con un nivel medio-considerable de 0.638.

Finalmente se da paso al análisis de causalidad para precisar la influencia a través de las variables (independiente y dependiente).

Tabla 14
Medidas de ajuste del modelo V1/V2

Modelo	R	R ²
1	0.695	0.482

Nota. Fuente: Elaboración Jamovi 2.4.11

Tabla 15
Coeficientes del modelo V1

Predictor	Estimador	EE	t	p
Constante	13.892	7.872	1.76	0.089
V2	0.573	0.116	4.92	<.001

Nota. Fuente: Elaboración Jamovi 2.4.11

En la Tabla 15 se obtiene la fórmula: “Variable 1 = 0.573 (Variable 2) + 13.892”, con un valor significativo constante de $t=1.76$, y en la variable 2 respecto a la variable 1, un valor significativo $t=4.92$.

Tabla 16
Medidas de ajuste del modelo V1DIM1/V2

Modelo	R	R ²
1	0.440	0.194

Nota. Fuente: Elaboración Jamovi 2.4.11

Tabla 17
Coeficientes del modelo V1DIM1

Predictor	Estimador	EE	t	p
Constante	12.52	4.6501	2.69	0.012
V2	0.172	0.0688	2.5	0.019

Nota. Fuente: Elaboración Jamovi 2.4.11

En la Tabla 17 se obtiene la fórmula: “Variable 1 dimensión 1 = 0.172 (Variable 2) + 12.52”, con un valor significativo constante de $t=2.69$, y en la “Variable 2” respecto a la “Variable 1 dimensión 1”, un valor significativo $t=2.5$.

Tabla 18
Medidas de ajuste del modelo V1DIM2/V2

Modelo	R	R ²
1	0.545	0.297

Nota. Fuente: Elaboración Jamovi 2.4.11

Tabla 19
Coeficientes del modelo V1DIM2

Predictor	Estimador	EE	t	p
Constante	0.613	3.4556	0.177	0.861
V2	0.169	0.0511	3.314	0.003

Nota. Fuente: Elaboración Jamovi 2.4.11

En la Tabla 19 se obtiene la fórmula: “Variable 1 dimensión 2 = 0.169 (Variable 2) + 0.613”, con un valor significativo constante de $t=0.177$, y en la “Variable 2” respecto a la “Variable 1 dimensión 2”, un valor significativo $t=3.314$.

Tabla 20
Medidas de ajuste del modelo V1DIM3/V2DIM4

Modelo	R	R ²
1	0.474	0.224

Nota. Fuente: Elaboración Jamovi 2.4.11

Tabla 21
Coeficientes del modelo V1DIM3

Predictor	Estimador	EE	t	p
Constante	3.377	1.779	1.9	0.069
V2DIM4	0.385	0.14	2.74	0.011

Nota. Fuente: Elaboración Jamovi 2.4.11

En la Tabla 21 se obtiene la fórmula: “Variable 1 dimensión 3 = 0.385 (Variable 2 dimensión 4) + 3.377”, con un valor significativo constante de $t=1.90$, y en la “Variable 2 dimensión 4” respecto a la “Variable 1 dimensión 3”, un valor significativo $t=2.74$.

Tabla 22
Medidas de ajuste del modelo V1DIM4/V2DIM4

Modelo	R	R ²
1	0.638	0.407

Nota. Fuente: Elaboración Jamovi 2.4.11

Tabla 23
Coefficientes del modelo V1DIM4

Predictor	Estimador	EE	t	p
Constante	1.974	1.472	1.34	0.191
V2DIM4	0.491	0.116	4.23	< .001

Nota. Fuente: Elaboración Jamovi 2.4.11

En la Tabla 14 se obtiene la fórmula: “Variable 1 dimensión 4 = 0.491 (Variable 2 dimensión 4) + 1.974”, con un valor significativo constante de $t=1.34$, y en la variable 2 dimensión 4 respecto a la variable 1, un valor significativo $t=4.23$.

V. DISCUSIÓN

Referente a la discusión de los resultados se procede a centrarse específicamente en el análisis e interpretación de resultados comparativos con relación al impacto del sistema experto (variable independiente) sobre la variable productividad (variable dependiente) en el proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes en Lima, 2023. Los resultados se enfocaron en los encuentros preliminares como: antecedentes, base-teórica, entre otros. Y tomando consideración de los objetivos planteados al comienzo de esta investigación.

En relación al Objetivo General

Según los resultados en el análisis estadístico descriptivo de la presente investigación se observa una correlación positiva de 0.695 (Pearson) con predominancia del nivel de medición “De acuerdo”, y “Muy de acuerdo” de la variable independiente “Sistema experto” sobre la variable dependiente “Productividad”. Los resultados obtenidos coinciden con antecedentes como:

Con relación a la dimensión “Modelo digital”, según Agreda & Herrera (2020) priorizaron las dimensiones topografía, modelo digital, elementos de la vía urbana, y parámetros de diseño de la vía urbana en su estudio donde hace referencia a determinar la influencia de utilizar la metodología BIM para elaborar el diseño geométrico para vías urbanas dentro de la asociación Lúcumo – distrito de Ate. Cuyos resultados fueron la obtención de datos mejor manejables, la corrección de parámetros de la superficie y puntos obtenidos en el levantamiento topográfico, así como también hace mención a la exactitud brindada por software tales como Civil 3D y Infracore. Finalmente concluye que la metodología BIM no solo es para poder visualizar el proyecto en 3D ni hacerlo más realista visualmente, sino que es para la obtención de datos técnicos o parámetros de elementos que diseñamos según procesos constructivos relacionados a nuestra realidad actual. La relación con la actual investigación es la generación de un modelo digital a detalle con la finalidad principal de precisar la información obtenida para posteriores cuantificaciones independientes de las estructuras propuestas ya sea pavimento, sardineles sumergidos y/o peraltados, veredas, escalinatas y movimiento de tierras.

Con relación a las dimensiones “Sistema experto” y “Parámetros”, según Bravo (2016) menciona estrategias para elaborar una plataforma digital paramétrica con Grasshopper/Rhino dando relevancia al (1) Espacio matemático, donde se define en específico la geometría del proyecto a través de parámetros y fórmulas matemáticas, (2) Modelos adaptables, donde refiere que se debe tomar cada proyecto como un modelo de estudio independiente, (3) Demostración de la construcción, donde se considera materiales, componentes (tales como: nodos, links, y anexos), sistemas de producción, y secuencia de montaje, ya que al considerar estos aspectos se visualiza el “todo” y sus “partes” a través de una subdivisión ordenada, secuencial, y sistemática del proyecto. La relación con la actual investigación es la conceptualización de los parámetros y la lógica de los elementos como una “parte” de un “todo”, ya que se tuvo que considerar los procesos de constructivos y/o ensamblaje que existen en los proyectos de infraestructura en vías urbanas de altas pendientes.

Con relación a la dimensión “Conocimiento”, según Collao et al. (2021) comprobaron por búsqueda bibliográfica que las aplicaciones de herramientas de programación visual se han centrado más proyectos de arquitectura que de infraestructura, sin embargo esta brecha de automatización se está reduciendo en proyectos de construcción e infraestructura. Según Richthofen et al. (2018) mencionan el desarrollo de una innovadora forma de enseñanza para el diseño urbano por medio de resultados de un curso impartido junto a 20 participantes (profesionales) con una producción final de 55 elementos urbanos independientes compilando temas acerca de la tipología, densidad, forma urbana, función y uso, ecosistema de servicios, movilidad y energía, concluyendo con un análisis estadístico sobre el nivel de interés y proficiencia de los encuestados acerca del diseño paramétrico antes y después del curso, donde expresa que los participantes reconocieron una falta de conocimiento y principios básicos respecto al uso de software y el modelado paramétrico, además de una escasez de comprensión de conceptos básicos en matemáticas y lógica, las cuales son de suma importancia para el diseño paramétrico. Si bien el autor menciona que demuestra su aporte al conocimiento, también recalca que las respuestas de un encuestado puso en debate la aplicación del sistema en un contexto real y la consideración de no utilizar Grasshopper en su trabajo diario ya que no sería permisible para su persona y que

es necesario un programador para elaborar estos modelos paramétricos, así como también el encuestado sugirió abordar los desafíos encontrados y mejorar con la creación de por ejemplo: campos de entrenamiento, tutoriales en video, y ajustar las expectativas adaptando el curso a un tiempo parcial en simultaneidad con la vida laboral. La relación con la actual investigación es el grado de comprensión actual, las capacitaciones y grado de auto dedicación que tienen los profesionales al día de hoy con respecto al uso de herramientas paramétricas, y además las dudas generadas por la implementación de nuevos sistemas.

En relación al Objetivo Específico N°1

Según los resultados en el análisis estadístico de la presente investigación se observa una correlación positiva 0.440 (Pearson) de la V2: Sistema Experto sobre V1DIM1: Evaluación de zona de estudios con predominancia del nivel de medición “Neutral”, y “De acuerdo” respecto al análisis descriptivo. Los resultados obtenidos coinciden con antecedentes identificados como:

Con relación a la dimensión “Evaluación de la zona de estudio” según Rimac (2022) quien priorizo las dimensiones: Evaluación de la zona de estudio, diseño geométrico, beneficios de la ruta, y población. Menciona que para la ruta más optima que obtuvo de sus 3 propuestas, tuvo que evaluar condiciones geométricas, sociales, y demográficas del área de proyecto, así como también la línea de gradiente se elaboró de acuerdo a la norma DG-2018 y la superficie geográfica se extrajo de la carta nacional 1/100,000 del Instituto Geográfico Nacional. La relación con la actual investigación es su entendimiento sobre la influencia de la topografía y geomorfología en el desarrollo del diseño geométrico para infraestructura, es por ese motivo que el uso de un sistema experto beneficia al proceso del diseño geométrico considerando aspectos implicados como el alineamiento horizontal y vertical haciendo el uso de no solo las herramientas informáticas ya conocidas sino a base de criterios de normativas y/o parámetros que generen la factibilidad de la optimización de la ruta más optima correspondiente a la zona de proyecto.

En relación al Objetivo Específico N°2

Se observa una correlación positiva correlación positiva 0.545 (Pearson) de la misma V2: Sistema Experto sobre la V1DIM2: Alineamiento horizontal y vertical,

con predominancia del nivel de medición “De acuerdo” respecto al análisis descriptivo. Los resultados obtenidos coinciden con antecedentes como:

Con relación a la dimensión “Parámetros”, según González (2021) quien menciona que para la seguridad y correcto funcionamiento de infraestructura vial respecto a distancias visuales de los usuarios (transeúntes, ciclistas, etc.) y la vía, es requisito fundamental dimensionar correctamente los elementos de alineación horizontal y perfil vertical mediante modelos digitales a gran detalle tales como datos geoespaciales los cuales utilizo de data de fotogrametría y/o sistemas LIDAR. En sus resultados demostró que para la precisión de estos parámetros fue necesario la inclusión de la altura del observador, ubicación del carril, tipo de intersección, y sistema LIDAR utilizado para la obtención de datos demostrando que la utilización de parámetros repercute positivamente en la visibilidad resultante. La relación con la actual investigación es la propuesta analítica y científica que tiene el autor a detallar los parámetros y su variación respecto al diseño final respecto al usuario final quien hará uso de la vía, si bien la actual tesis está buscando analizar el impacto del sistema experto aplicado gracias al uso de parámetros, se debe mencionar que pueden existir parámetros que no se hayan considerado como la relación del usuario final que hará uso de la vía y su “sentir” u opinión acerca del proyecto ya construido. Por ejemplo, a criterio se conoce que para escalinatas en infraestructura peatonal no se debe superar los 7-8 escalones debido a que el ser humano demuestra un mayor cansancio, por tal comentario se podría mencionar que se generarían sardineles peraltados o muretes hasta una altura máxima de 1.40 respecto al pavimento (si nos referimos a escalones de contrapaso de 0.20mts y paso de 0.30mts) es por ello si bien nos guiamos de normativas para los procesos de diseño geométrico, es requisitos analizar la variabilidad existente para el diseño geométrico de vías urbanas de altas pendientes.

Con relación a las dimensiones “Parámetros” y “Conocimiento”, según Garrido (2023) elaboró su investigación de tipo cualitativa descriptiva respecto a la creación de sub-ensamblajes para una sección tipo canal y pavimento según parámetros de fuentes confiables y contrastando con otras investigaciones, artículos científicos, y publicaciones bajo la normativa española. La relación con la actual investigación es sentar las bases de la creación de parámetros para los

proyectos junto a una investigación exhaustiva de las configuraciones involucradas. Si bien todos los puntos, líneas, y áreas comprendidas en un sub ensamblaje poseen códigos que posteriormente se utilizarán en Civil 3D, en el sistema experto utilizado se buscó la inferencia de códigos “similares” al existir múltiples variables con condicionales, y otorgando nomenclaturas a dichos códigos para después no caer en la repetición de dar “nombres de códigos” a otros que puedan cumplir la misma función.

Con relación a la dimensión “Modelo digital”, según Obergriber et al. (2011) concluyeron que el modelado paramétrico no es una geometría fija, más bien es un objeto con parámetros libres los cuales son referenciados a expresiones aritméticas, lo cual permite una actualización de la geometría por medio de restricciones, además menciona que identifico problemas de corte/relleno para secciones transversales a lo largo de una curva espacial 3D, ya que comprende múltiples variables de corte, relleno, o mixto. La relación con la actual investigación es su detección de los parámetros respecto al movimiento de tierras ya que en la actual tesis, se tomó la referencia el modelo detallado 3d, para no solo crear estructuras como las capas de pavimento, las escalinatas, sardineles sumergidos y peraltados, sino que además al tener su “forma” superior e inferior a detalle, y se procedió a crear superficies de corredores respecto a la parte inferior de este, generalmente conocidos como “Datum” para realizar la diferencia respecto a la superficie de terreno natural y obtener la cuantificación a detalle de volúmenes, sin embargo se ha de reconocer que la investigación mencionada además hace hincapié en el análisis geológico, lo cual da a inferir que si bien en la actualidad por lo general se generan los movimientos de tierra a base de la diferencia de dos superficies (Ejem: Top/Datum) se podría hacer pruebas en el “Modelador geotécnico de Autodesk para Civil 3D” y generar un cálculo de volúmenes de no solo una cantidad de metros cúbicos de suelo, sino especificando la cantidad exacta por las capas de tipo de terreno que exista en un proyecto ya que en la realidad es muy diferente un costo de excavación por arena, y otro por suelo rocoso.

En relación al Objetivo Específico N°3

Se observa una correlación positiva correlación positiva 0.607 (Pearson) de la misma V2DIM4: Modelo Digital sobre la V1DIM3: Eficiencia, con predominancia

del nivel de medición “De acuerdo”, y “Muy de acuerdo” respecto al análisis descriptivo. Los resultados obtenidos coinciden con antecedentes como:

Con relación a la dimensión “Modelo digital”, según Larrondo (2017) menciona que sus resultados obtenidos refieren al uso de la programación como una ayuda al usuario a lograr un pensamiento con predominancia analítica, objetividad, y mayor control de las herramientas digitales, así como también menciona que el modelado digital aporta ventajas competitivas de suma importancia y establece nuevos pensamientos sobre el diseño eficiente para proyección de construcciones en la ejecución y su fase de diseño. Lo cual desencadena la creación de nuevos puestos de trabajo en campos del modelamiento, diseño digital, y rendimiento del diseño creado. La relación con la actual investigación es la utilización de un modelo digital detallado no solo para proporcionar cálculo de movimiento de tierras o de estructuras detallado, sino también para ayudar al usuario a lograr una lógica inferencial de los objetos que rodean al proyecto.

Con relación a la productividad, según Cruz (2015) menciona que el uso de aplicativos con la plataforma Civil 3D hace más viable la labor del usuario o ingeniero en el proceso del diseño geométrico para vías tomando en consideración normativas del país/zona de proyecto. Además, el autor estima por su experiencia propia una reducción de tiempo de hasta 40% del diseño total en proyectos haciendo uso de estos aplicativos y así mismo este tipo de ventajas promueven el trabajo eficiente y práctico dentro del campo de la consultoría de proyectos sin reemplazar el aporte esencial del ingeniero ya que es de vital la cooperación usuario-máquina en el rubro del diseño geométrico en infraestructura vial. La relación con la actual investigación es la utilización de un sistema innovador que aporta a la mejora del diseño de infraestructura, sin embargo, si bien el autor demuestra en su investigación los procedimientos elaborados y aplicación en 4 proyectos con clasificación de vías de 4ta generación en Colombia, en sus resultados “infiere” el impacto de la productividad.

Según Kwon et al. (2021) realizaron una prueba de eficiencia y calidad de un sistema experto cuantificando las pulsaciones (click) y tiempo invertido por los encuestados al realizar un diseño de infraestructura con 3 softwares (e-BIM, Civil

3D, y un sistema desarrollado), además hace mención que es necesario establecer mayores parámetros para modelar pendientes complejas y pronunciadas según parámetros de diseño. La relación con la actual investigación es la utilización de un sistema experto y el uso de un cuestionario como instrumento de recolección de datos, sin embargo, se debe mencionar que en la presente investigación sería más adecuado cuantificar la eficiencia por la comprensión y velocidad de ejecución que tengan los encuestados mediante el uso independiente del sistema experto, sin embargo por razones de privacidad de enviar los archivos con algoritmos originales no fue posible, por lo que a futuro podría crearse un plugin adicional al software Civil 3D con protección de datos y simplificado para usuarios tradicionales.

En relación al Objetivo Específico N°4

Según los resultados en el análisis estadístico de la presente investigación se observa una correlación positiva 0.638 (Pearson) de la V2DIM4: Modelo Digital sobre V1DIM4: Eficacia con predominancia del nivel de medición “De acuerdo”, y “Muy de acuerdo” respecto al análisis descriptivo. Los resultados obtenidos coinciden con antecedentes como:

Según Biancardo S.A., Viscione, et al. (2020) en su estudio respecto al diseño de infraestructura enfocado a barandillas y muros de contención mencionan que el beneficio del modelo digital es generar un constructo avanzado. Por este motivo, su propuesta de modelización está orientada a los productores y/o proveedores in situ, para los cuales se requiere, especialmente de grandes cantidades, y por lo tanto un recuento preciso. La relación con la actual investigación es la cuantificación de sólidos (concreto) a gran detalle y dar la posibilidad en un futuro cercano generar la producción de elementos prefabricados por ejemplo sardineles peraltados según el modelo digital 3D desarrollado para la infraestructura vial, acelerando su ejecución y reducción de costos.

Según Ascue (2017) quien priorizó las dimensiones: diseño en software BIM, actividades en software BIM, planos de proyectos, y presupuestos de proyecto, para la determinación de la relación existente entre la aplicación del software BIM y la producción de proyectos en la Empresa Havym Arquitek, tuvo como población 12 personas y su resultado demostró una alta aceptación con 58% de encuestados

quienes consideran el uso del software BIM como bueno, 25% regular, y 17% malo. En relación a la producción de proyectos tuvo como resultados que el 58% de encuestados considero la aplicación del software BIM como bueno, 25% regular, y 17% malo. Según Atahualpa (2022) se priorizó las dimensiones: Modelo digital, fuente de información, colaboración, planeación, ejecución, y “monitoreo y control”. Y tuvo una población de 88 trabajadores en proyectos de infraestructura portuaria donde sus resultados indicaron que la metodología BIM incide significativamente en la gestión de proyectos portuarios en la empresa PCD S.A.C con un valor de 84.4% y según los encuestados con un 66.7% en la clasificación “bueno”. La relación con la actual investigación es la cuantificación por medios estadísticos para conocer la incidencia de un sistema similar como lo es la metodología BIM en proyectos de infraestructura, además en la actual tesis para no poseer una población tan cerrada se añadió encuestados con conocimiento avanzado y experto fuera de la zona de estudio (Lima metropolitana) tanto del Perú y extranjero con conocimiento alto en el diseño de infraestructura y especialmente en el uso de herramientas digitales de programación, para así enriquecer el valor de las respuestas con mayor número de encuestados sin descuidar la calidad del mismo.

En relación a la metodología de investigación, la debilidad de este enfoque es el número limitado de participantes existentes que respondieron la encuesta. En un comienzo se comenzó con cuestionarios a profesionales conocidos, sin embargo, se encontró una inexistencia de usuarios “expertos” en el tema de la investigación, por ello se realizó una búsqueda de perfiles de profesionales por la plataforma LinkedIn con filtros activados al sector del área de Lima Metropolitana, sin embargo una vez más se observó una inexistencia de un conocimiento avanzando de usuarios en el tema de diseño de vías con relación al uso de sistemas expertos o aplicaciones innovadoras, por tal motivo se decidió extender la búsqueda a todo el Perú ya que la orografía y geomorfología del suelo es similar al caso del proyectos de investigación. A pesar de la amplitud de la búsqueda, fue necesario complementar con más usuarios de distintos países ya sea Latinoamérica, Europa o Asia, solo que este último caso fue requerido un nivel de “experto” más no solo tener experiencia en infraestructura vial o diseño de vías urbanas. Por lo explicado se denota que los resultados dependen de la buena fe de las respuestas de la encuesta y de la comprensión de los participantes.

VI. CONCLUSIONES

Primera Se demostró una correlación positiva considerable 0.695 (Pearson) de la variable 2: “Sistema experto” sobre la variable 1 “Productividad”, donde se denota el impacto positivo del sistema experto, demostrando la aceptación de los encuestados respecto a una mejora de procesos del diseño geométrico y la calidad del entregable final, repercutiendo en la disminución de errores de diseño, así como también acelerando las revisiones del entregable y/o cambios del proyecto convirtiéndolos en más eficaces y eficientes de realizar. Se obtuvo un coeficiente de causalidad: “Variable 1 = 0.573 (Variable 2) + 13.892”, con un valor significativo constante $t=1.76$, y en la variable 2 respecto a la variable 1, un valor significativo $t=4.92$.

Segunda La variable 2: “Sistema experto” demuestra una correlación positiva media 0.440 (Pearson) sobre la dimensión “Evaluación de zona de estudios” de la variable 1: “Productividad”. Es decir, mientras más aumenta la identificación y fiabilidad de parámetros a integrarse en un sistema experto, se repercute positivamente en el trabajo de campo y gabinete del diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023. Se obtuvo un coeficiente de causalidad: “Variable 1 dimensión 1 = 0.172 (Variable 2) + 12.52”, con un valor significativo constante de $t=2.69$, y en la “Variable 2” respecto a la “Variable 1 dimensión 1”, un valor significativo $t=2.5$.

Tercera La variable 2: “Sistema experto” demuestra una correlación positiva media 0.545 (Pearson) sobre la dimensión “Alineamiento horizontal y vertical” de la variable 1: “Productividad”. Es decir, al reducir procesos repetitivos con algoritmos de un sistema experto, aumenta la factibilidad de optimizar las propuestas de alineamientos horizontal y vertical. Se obtuvo un coeficiente de causalidad: “Variable 1 dimensión 2 = 0.169 (Variable 2) + 0.613”, con un valor significativo constante de $t=0.177$, y en la “Variable 2” respecto a la “Variable 1 dimensión 2”, un valor significativo $t=3.314$.

Cuarta La dimensión “Modelo digital” de la variable 2 “Sistema experto” demuestra una correlación positiva media de 0.474 sobre la dimensión “Eficiencia” de la variable 1 “Productividad”. Es decir, mientras se procura a detalle el modelado

de elementos geométricos involucrados en el diseño geométrico de vías urbanas de altas pendientes, se acentúa el rendimiento de recursos y el tiempo de ejecución para proyectos con aplicación de un sistema experto. Se obtuvo un coeficiente de causalidad: “Variable 1 dimensión 3 = 0.385 (Variable 2 dimensión 4) + 3.377”, con un valor significativo constante de $t=1.90$, y en la “Variable 2 dimensión 4” respecto a la “Variable 1 dimensión 3”, un valor significativo $t=2.74$.

Quinta La dimensión “Modelo digital” de la variable 2 “Sistema experto” demuestra una correlación positiva medio-considerable de 0.638 sobre la dimensión “Eficacia” de la variable 1 “Productividad”. Es decir, mientras se perfecciona la calidad de diseño con respecto a la extracción de información de un modelo digital, aumenta la posibilidad de logro de alcance de metas de proyecto en tiempos establecidos previo inicio de la etapa de diseño. Se obtuvo un coeficiente de causalidad: “Variable 1 dimensión 4 = 0.491 (Variable 2 dimensión 4) + 1.974”, con un valor significativo constante de $t=1.34$, y en la variable 2 dimensión 4 respecto a la variable 1, un valor significativo $t=4.23$.

VII. RECOMENDACIONES

Primera Se debe estandarizar los parámetros utilizados en la elaboración de diseño de vías y códigos internos que posean las estructuras a nivel del diseño geométrico (puntos, líneas, áreas de material), por ejemplo, el sistema experto utilizado contiene códigos para crear de manera automática según condicionales, los sardineles peraltados y sumergidos correspondientes a la variación de altura de las veredas/escalinatas respecto al pavimento y la geomorfología de la superficie. Un ejemplo de estandarización son los kits de países que contienen nombres de capas, configuraciones, y códigos a utilizar dentro de Civil 3D referente a una región específica sin embargo sería necesario indagar en los puntos de interconexión de elementos de detalle en vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023.

Segunda Se debe incentivar la utilización de sistemas expertos dentro del flujo de trabajo para el diseño geométrico de infraestructura vial en conjunto a herramientas de programación visual tales como: Visual LISP, Subassembly composer, Dynamo, Grasshopper que tengan relevancia en el diseño y optimización de alineamientos/perfiles con respecto a sus secciones transversales.

Tercera Considerar alternativas de modelamiento debido que SAC y C3D poseen cálculos de forma transversal (ensamblajes para corredores) lo que dificulta casos de alta frecuencia de corredores. Se necesita una frecuencia aproximada de 0.01m para crear elementos de escalones a detalle, lo que exige una estación de trabajo idónea (pc). Se recomienda buscar soluciones alternas de creación de “sólidos” y “superficies” de formas de estructuras propuestas para el diseño geométrico de vías urbanas en altas pendientes.

Cuarta El armado de condicionales SAC (Subassembly composer), parámetros Civil 3D, y líneas de referencia para la creación de corredores pueden resultar confuso para el usuario estándar dedicado a la etapa de diseño. Se debe incentivar la educación de la lógica paramétrica haciendo uso de la teoría, procesos constructivos, y el desarrollo con ayuda de un software de modelado digital.

REFERENCIAS

- Agreda & Herrera. (2020). Diseño geométrico de las vías urbanas usando la metodología BIM en la Asoc. Lúcumo, Distrito de Ate – Lima, 2020 [Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/60479>
- Ascue. (2017). Relación entre la Aplicación del Software BIM y la Producción de Proyectos en la Empresa Havym Arquitek San Juan de Lurigancho – 2017 [Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/14925>
- Atahualpa. (2022). Metodología BIM y su incidencia en la gestión de proyectos portuarios en la empresa PCD S.A.C., Lima 2022 [Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/99038>
- Biancardo S.A., Capano A., de Oliveira, S. G., & Tibaut, A. (2020). Integration of BIM and Procedural Modeling Tools for Road Design. *Infrastructures*, 5(4), 37. <https://doi.org/10.3390/infrastructures5040037>
- Biancardo S.A., Intignano, M., Veropalumbo, R., Martinelli, R., Calvanese, V., Autelitano, F., Garilli, E., Giuliani, F., & Dell'Acqua, G. (2023). BIM approach for stone pavements in Archaeological Sites: The case study of Vicolo dei Balconi of Pompeii. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 17, 100755. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2023.100755>
- Biancardo S.A., Intignano, M., Viscione, N., De Oliveira, S. G., & Tibaut, A. (2021). Procedural Modeling-Based BIM Approach for Railway Design. *Journal of Advanced Transportation*, 2021, 1-17. <https://doi.org/10.1155/2021/8839362>
- Biancardo S.A., Viscione, N., Cerbone, A., & Dessì, E. (2020). BIM-Based Design for Road Infrastructure: A Critical Focus on Modeling Guardrails and Retaining Walls. *Infrastructures*, 5(7), 59. <https://doi.org/10.3390/infrastructures5070059>
- Bravo. (2016). Lógicas paramétricas en la arquitectura del siglo XX [Ph.D. Thesis, Universitat Politècnica de Catalunya]. En TDX (Tesis Doctorals en Xarxa). <https://www.tdx.cat/handle/10803/386394>
- Brichetti, Mastronardi, L., Rivas, M. E., Serebrisky, T., & Solís, B. (2021). La brecha de infraestructura en América Latina y el Caribe: Estimación de las necesidades de inversión hasta 2030 para progresar hacia el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. <https://doi.org/10.18235/0003759>
- Cheol-Seok, Moon, So Yeong, Moon, Hyonseok, & Kang, Leenseok. (2014). Development of Quantity Take-off Algorithm for Irregularly Shaped Structures using 3D Object. *KSCE Journal of Civil and Environmental Engineering Research*, 34(2), 655-666. <https://doi.org/10.12652/KSCE.2014.34.2.0655>

- Cho, M., Kim, N., & Chae, J.-H. (2016). A Study on Automated Quantity Take-off Methods of Earth Works in Road Design using 3D Design Concept. *KSCE Journal of Civil and Environmental Engineering Research*, 36(2), 277-283. <https://doi.org/10.12652/Ksce.2016.36.2.0277>
- Christenson, M. (2009). Testing the Relevance of Parameterization to Architectural Epistemology. *Architectural Science Review*, Volume 52.2: 135-141, 52. <https://doi.org/10.3763/asre.2009.0022>
- Collao, J., Lozano-Galant, F., Lozano-Galant, J. A., & Turmo, J. (2021). BIM Visual Programming Tools Applications in Infrastructure Projects: A State-of-the-Art Review. *Applied Sciences*, 11(18), Article 18. <https://doi.org/10.3390/app11188343>
- Cruz. (2015). Creación de aplicativos con la plataforma civil 3D, para diseño geométrico de vías de cuarta generación [Master thesis, Universidad Santo Tomás]. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/676>
- Delgado. (2016). Un modelo referencial para el Desarrollo de Ciudades Sustentables. *Universidad de los Andes Venezuela*, 16(31), 95-110.
- Diaz. (2022). Influencia de la geometría de una vía del Perú en su evaluación funcional. Análisis en su medición y normatividad [Universidad de Piura]. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/5501>
- Fink, T., & Koenig, R. (2019, septiembre 13). Integrated Parametric Urban Design in Grasshopper / Rhinoceros 3D: Demonstrated on a Master Plan in Vienna. https://doi.org/10.5151/proceedings-ecaadesigradi2019_398
- Garrido. (2023). Creación de dos Subensamblajes tipo para un canal y una carretera mediante el programa Subassembly composer de autodesk según normativa e instrucciones españolas. <https://repositorio.upct.es/handle/10317/12774>
- González. (2021). Sight distance analysis of urban intersections using geospatial technologies [Phd, E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos (UPM)]. <https://oa.upm.es/69687/>
- Han, K., Bao, S., She, M., Pan, Q., Liu, Y., & Chen, B. (2023). Exploration of Intelligent Building Planning for Urban Renewal. *Sustainability*, 15, 4565. <https://doi.org/10.3390/su15054565>
- Hare, W., Hossain, S., Lucet, Y., & Rahman, F. (2014). Models and strategies for efficiently determining an optimal vertical alignment of roads. *Computers & Operations Research*, 44, 161-173. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2013.11.005>
- Hare, W., Lucet, Y., & Rahman, F. (2015). A mixed-integer linear programming model to optimize the vertical alignment considering blocks and side-slopes in road construction. *European Journal of Operational Research*, 241(3), 631-641. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.08.035>

- Hinojosa, J., Mamani, J., Carita, E., Machicado, F., & Paricahua, M. (2023). Infraestructura tecnológica y aprendizaje por competencias en la educación superior universitaria, Puno – Perú: Technological infrastructure and competency-based learning in university higher education, Puno – Peru. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.986>
- INEI. (2023). Población ocupada de Lima Metropolitana alcanzó 5 millones 102 mil personas de diciembre 2022 a febrero 2023. <https://www.gob.pe/institucion/inei/noticias/725824-poblacion-ocupada-de-lima-metropolitana-alcanzo-5-millones-102-mil-personas-de-diciembre-2022-a-febrero-2023>
- Kaatz-Dubberke & Kehl. (2020). Artificial Intelligence in Urban Development. <https://doi.org/10.3390/su12197860>
- Khan, N., Ali, A. K., Skibniewski, M. J., Lee, D. Y., & Park, C. (2019). Excavation Safety Modeling Approach Using BIM and VPL. *Advances in Civil Engineering*, 2019, e1515808. <https://doi.org/10.1155/2019/1515808>
- Kim, S., & Kwon, H. (2018). Urban Sustainability through Public Architecture. *Sustainability*, 10(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/su10041249>
- Kwon, Y., Ha, D., Kim, J., Seo, J., & Shim, H. (2021). A Study on the Improvement of 3D Slope Modeling for BIM Designing Site Construction. *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, 22(4), 29-40. <https://doi.org/10.6106/KJCEM.2021.22.4.029>
- Larrondo. (2017). Generación y control de formas libres en entornos BIM: Modelado paramétrico, modelado algorítmico [Ph.D. Thesis, Universitat Politècnica de Catalunya]. En TDX (Tesis Doctorals en Xarxa). <https://www.tdx.cat/handle/10803/457875>
- López, E. M., García, M., Schuhmacher, M., & Domingo, J. L. (2008). A fuzzy expert system for soil characterization. *Environment International*, 34(7), 950-958. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2008.02.005>
- Mayrhofer-Hufnagl, I., & Ennemoser, B. (2023). Advancing justice in a city's complex systems using designs enabled by space. *International Journal of Architectural Computing*, 21, 147807712311682. <https://doi.org/10.1177/14780771231168223>
- Mondal, S., Lucet, Y., & Hare, W. (2015). Optimizing horizontal alignment of roads in a specified corridor. *Computers & Operations Research*, 64, 130-138. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2015.05.018>
- Monnet, D., Hare, W., & Lucet, Y. (2019). Fast feasibility check of the multi-material vertical alignment problem in road design. *Computational Optimization and Applications*, 75(2), 515-536. <https://doi.org/10.1007/s10589-019-00160-3>

- Norma GH 020 Componentes De Diseño Urbano DS N° 006-2011.pdf, Pub. L. No. DS N° 006-2011, GH 020 Norma (2016). <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2686374/NORMA%20GH%200020%20Componentes%20De%20Dise%C3%B1o%20Urbano%20DS%20N%C2%B0%20006-2011.pdf?v=1641411243>
- MVCS. (2021). Guía para el diseño e implementación de inversiones en vías locales. <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2036738-guia-para-el-diseno-e-implementacion-de-inversiones-en-vias-locales>
- Neath, Hulse, R., & Codd, A. (2014). Building information modelling in practice: Transforming Gatwick airport, UK. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Civil Engineering*, 167(2), 81-87. <https://doi.org/10.1680/cien.13.00018>
- Obergriber, M., Euringer, T., Borrmann, A., & Rank, E. (2011). Integration of Geotechnical Design and Analysis Processes Using a Parametric and 3D-Model Based Approach. *Computing in Civil Engineering (2011)*, 430-437. [https://doi.org/10.1061/41182\(416\)53](https://doi.org/10.1061/41182(416)53)
- Paredes. (2016). Vivir en las alturas | EL DOMINICAL | EL COMERCIO PERÚ. *Diario El Comercio*. https://elcomercio.pe/eldominical/actualidad/vivir-alturas-392960-noticia/?ref=ecr#google_vignette
- Ponce & Rojas. (2019). Diseño de un Sistema Experto Difuso para la Determinación de la Densidad de Corriente en una Planta de Cromado. *Información tecnológica*, 30(2), 157-170. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000200157>
- Rana R., Bathla A., & Nazir A. (2019). Designing Typical Cross-section for Highway Corridor using Autodesk Subassembly Composer. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 7(9), 242-248. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2019.9035>
- Raza, H., Park, S.-I., Lee, S. S., Tanoli, W. A., & Seo, J. (2017). 3D Earthwork BIM Design Process for a Road Project. *Journal of KIBIM*, 7(2), 8-15. <https://doi.org/10.13161/kibim.2017.7.2.008>
- Rebolj, D., Tibaut, A., Čuš-Babič, N., Magdič, A., & Podbreznik, P. (2008). Development and application of a road product model. *Automation in Construction*, 17(6), 719-728. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2007.12.004>
- Richthofen, Knecht, K., Miao, Y., & König, R. (2018). The 'Urban Elements' method for teaching parametric urban design to professionals. *Frontiers of Architectural Research*, 7(4), 573-587. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2018.08.002>
- Rimac. (2022). Acceso al servicio de transitabilidad vehicular para las comunidades nativas del Bajo Urubamba [Universidad Ricardo Palma].

https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/5558/T030_09550349_M%20SABINO%20PEDRO%20%20RIMAC%20MAYHUAY.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Salzano, Intignano, M., Mottola, C., Biancardo S.A., Nicolella, M., & Dell'Acqua, G. (2023). Systematic Literature Review of Open Infrastructure BIM. *Buildings*, 13(7), 1593. <https://doi.org/10.3390/buildings13071593>
- Serdar, E., & Erdem, M. (2019). Generative Landscape Modeling in Urban Open Space Design: An Experimental Approach. *Istanbul Technical University*, 231-238. <https://doi.org/10.14627/537663025>
- Shrestha, J. K. (2021). Impact of Road Cuts in Slope Stability in Hilly Regions of Nepal. *Journal of Advanced College of Engineering and Management*, 6, 43-55. <https://doi.org/10.3126/jacem.v6i0.38289>
- Sun & Dogan. (2021). Generative methods for Urban design and rapid solution space exploration. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 50(6), 1577-1590. <https://doi.org/10.1177/23998083221142191>
- Zhang, Y., & Liu, C. (2019). Parametric Modeling for Form-Based Planning in Dense Urban Environments. *Sustainability*, 11(20), 5678. <https://doi.org/10.3390/su11205678>
- Zhang, Y., & Liu, C. (2021). Parametric Urbanism and Environment Optimization: Toward a Quality Environmental Urban Morphology. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(7), 3558. <https://doi.org/10.3390/ijerph18073558>

ANEXOS

Anexo 1: Tabla de operacionalización de variables_1

Título: Impacto del sistema experto en la productividad del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes
 – Lima, 2023

Variables de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
Variable dependiente: Productividad	Según Ascue (2017) una mayor productividad representa la eficiencia correcta de objetos inteligentes y paramétricos en 3D, disminución drástica de tareas de documentación, y la mejora de flujos de diseño con lo cual se conseguiría un mayor control, optimización de tiempos, minimización de errores. Es decir, se considera como la capacidad de realizar un diseño geométrico de vías urbanas de manera eficiente, y eficaz en un tiempo adecuado.	Medida cuantitativa de la eficiencia y eficacia en el diseño de vías urbanas de altas pendientes en Lima durante el año 2023. Se basa en la recolección de respuestas según cuestionario mediante la demostración y explicación de un modelo de diseño resultante de haber aplicado el sistema experto.	Evaluación de zona de estudio	Data inicial de proyecto	Ordinal Muy de acuerdo = 5 De acuerdo = 4 Neutral = 3 En desacuerdo = 2 Muy en desacuerdo = 1
				Flujo de trabajo organizacional	
				Herramientas informáticas	
				Topografía	
				Geomorfología	
			Alineamiento horizontal y vertical	Trabajo de campo y gabinete	
				Trazo de ruta	
				Perfil o alineamiento vertical	
				Optimización de perfil o rasante propuesta	
				Rendimiento de recursos	
Eficiencia	Tiempo de ejecución del sistema experto				
	Metas				
Eficacia					
	Calidad				

Anexo 1: Tabla de operacionalización de variables_2

Título: Impacto del sistema experto en la productividad del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes

– Lima, 2023

Variables de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición	
Variable independiente: Sistema experto	Según Collao et al. (2021) se interpreta como algoritmos basados en expresiones visuales representados por diagramas de procesos en lugar de líneas de código de programación convencional. Además, se compone de parámetros de entrada (información inicial), nodos (operadores algorítmicos), salida (resultado posterior a la ejecución del algoritmo), y conectores (líneas virtuales de conexión para nodos y formar los diversos algoritmos).	Es un sistema de software que utiliza conocimientos y reglas de expertos en el campo de diseño geométrico para tomar decisiones y proporcionar recomendaciones automáticas durante el proceso de diseño. Además, utiliza algoritmos y técnicas de inteligencia artificial, como el razonamiento lógico y la inferencia, para analizar los datos ingresados por el usuario, evaluar diferentes opciones de diseño y generar soluciones óptimas o cercanas a la óptima.	Conocimiento	Grado de comprensión	Ordinal Muy de acuerdo = 5 De acuerdo = 4 Neutral = 3 En desacuerdo = 2 Muy en desacuerdo = 1	
			Sistema experto	Capacitaciones y/o charlas		
				Grado de auto dedicación		
			Sistema experto	Oportunidades de implementación		
				Grado de interés		
			Sistema experto	Grado de riesgo		
				Facilidad de uso		
			Sistema experto	Nivel de impacto		Precisión del sistema
				Sistema experto		Tiempo de revisión y aprobación
			Sistema experto			Modelo digital
Sistema experto	Modelo digital	Modelación Civil 3D				
	Sistema experto	Parámetros	Iteraciones			
Identificación						
Sistema experto	Parámetros	Fiabilidad				
		Ausencia de datos				
Sistema experto	Parámetros	Calidad de diseño	Entregable final			
		Calidad de diseño	Extracción de información			

Anexo 2: Matriz de consistencia_1

Título: Impacto del sistema experto en la productividad del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes
– Lima, 2023

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e indicadores				
			Variable 1: Productividad				
			Dimensiones	Indicadores	Ítems	Rangos	
<p>Problema general ¿De qué manera se genera el impacto de un sistema experto en la productividad del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023?</p> <p>Problema específico 1 Cuál es la influencia del sistema experto sobre la dimensión “Evaluación de zona de estudio” en el proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023.</p>	<p>Objetivo general Determinar el impacto de un sistema experto en la productividad del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023</p> <p>Objetivo específico 1 Determinar la influencia del sistema experto sobre la dimensión “Evaluación de zona de estudio” en el proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023.</p>	<p>Hipótesis general El sistema experto tiene influencia significativa en la productividad del diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023</p> <p>Hipótesis específica 1 El sistema experto tiene influencia significativa sobre la dimensión “Evaluación de zona de estudio” en el proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023.</p>	Evaluación de zona de estudio	Data inicial de proyecto	1	Ordinal Muy de acuerdo = 5 De acuerdo = 4 Neutral = 3 En desacuerdo = 2 Muy en desacuerdo = 1	
				Flujo de trabajo organizacional	2		
				Herramientas informáticas	3		
				Topografía	4		
				Geomorfología	5		
				Trabajo de campo y gabinete	6		
			Alineamiento horizontal y vertical	Trazo de ruta	7		
				Perfil o alineamiento vertical	8		
				Optimización de perfil o rasante propuesta	9		
				Rendimiento de recursos	10		
				Eficiencia	Tiempo de ejecución del sistema experto		11
					Metas		12
Eficacia	Calidad	13					

Anexo 2: Matriz de consistencia_2

Título: Impacto del sistema experto en la productividad del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes
– Lima, 2023

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES			
<p>Problema específico 2 Cuál es la influencia del sistema experto sobre la dimensión “Alineamiento horizontal y vertical” en el proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023.</p> <p>Problema específico 3 Cuál es la influencia del modelo digital elaborado a partir de la aplicación del sistema experto, sobre la dimensión “eficiencia” del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023.</p> <p>Problema específico 4 Cuál es la influencia del modelo digital elaborado a partir de la aplicación del sistema experto, sobre la dimensión “eficacia” del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023.</p>	<p>Objetivo específico 2 Determinar la influencia del sistema experto sobre la dimensión “Alineamiento horizontal y vertical” en el proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023.</p> <p>Objetivo específico 3 Determinar la influencia del modelo digital elaborado a partir de la aplicación del sistema experto, sobre la dimensión “eficiencia” del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023.</p> <p>Objetivo específico 4 Determinar la influencia del modelo digital elaborado a partir de la aplicación del sistema experto, sobre la dimensión “eficacia” del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023.</p>	<p>Hipótesis específica 2 El sistema experto tiene influencia significativa en la dimensión “Alineamiento horizontal y vertical” en el proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023.</p> <p>Hipótesis específica 3 El modelo digital elaborado a partir de la aplicación del sistema experto, tiene influencia significativa sobre la dimensión “eficiencia” del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023.</p> <p>Hipótesis específica 4 El modelo digital elaborado a partir de la aplicación del sistema experto, tiene influencia significativa sobre la dimensión “eficacia” del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023.</p>	Variable 2: Sistema experto			
	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Rango		
	Conocimiento	Grado de comprensión	14			
		Capacitaciones y/o charlas	15			
		Grado de auto dedicación	16			
	Sistema experto	Oportunidades de implementación	17			
		Grado de interés	18		Ordinal	
		Grado de riesgo	19		Muy de acuerdo = 5	
	Nivel de impacto	Facilidad de uso	20		De acuerdo = 4	
		Precisión del sistema	21		Neutral = 3	
Tiempo de revisión y aprobación		22		En desacuerdo = 2		
Modelo digital	Diseño planimétrico	23				
	Modelación Civil 3D	24		Muy en desacuerdo=1		
	Iteraciones	25				
Parámetros	Identificación	26				
	Fiabilidad	27				
Calidad de diseño	Ausencia de datos	28				
	Entregable final	29				
	Extracción de información	30				

Anexo 3: Matriz Evaluación por juicio de expertos_1

Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento Cuestionario de encuesta para colaboradores del proyecto de tesis denominado "Impacto de un sistema experto en la productividad del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez:

Nombre del juez:	<i>Aldo Fernando Rojas de la Posa</i>	
Grado profesional:	Maestría ()	Doctor (<input checked="" type="checkbox"/>)
Área de formación académica:	Clinica ()	Social (<input checked="" type="checkbox"/>)
	Educativa (<input checked="" type="checkbox"/>)	Organizacional ()
Áreas de experiencia profesional:	<i>Administración, Gestión Pública</i>	
Institución donde labora:	<i>Escuela de Posgrado UCV</i>	
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años ()	Más de 5 años (<input checked="" type="checkbox"/>)
	Experiencia en Investigación Psicométrica: (si corresponde)	
		<i>Metodología - Administración</i>

2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala

Nombre de la Prueba:	Cuestionario de encuesta para colaboradores Primera variable: Productividad
Autora:	William Nicolas Rojas Blas
Procedencia:	Proyecto de Investigación-Elaboración propia
Administración:	Formulario digital
Tiempo de aplicación:	15 minutos
Ámbito de aplicación:	Profesionales AEC (Arquitectura, Ingeniería, y Construcción) con conocimientos en infraestructura de vías urbanas y diseño mayor a 2 años.
Significación:	La escala es ordinal de rango de 1 al 5, y está conformada por 13 preguntas para la 1era variable que posee 4 dimensiones, teniendo un total de 13 indicadores. El objetivo es determinar el impacto de un sistema experto en la productividad del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023.

4. Soporte teórico

Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
Productividad	Evaluación de zona de estudio	Yue Sun & Timur Dogan (2021) observa que las decisiones relacionadas con el diseño, como la zonificación, la distribución del proyecto, la densidad y el diseño de la red de calles, a menudo requieren la evaluación cuidadosa y simultánea de grandes cantidades de información
	Alineamiento horizontal y vertical	Hare et al. (2014), menciona que el diseño de vías se refiere al problema de conectar dos puntos finales definiendo eligiendo una ruta económica y teniendo en cuenta diversas especificaciones de diseño, limitaciones de seguridad e impactos ambientales y socioeconómicos. Las alineaciones horizontales proporcionan carriles de autopista en vistas satelitales teniendo en cuenta consideraciones políticas y sociales. Y las alineaciones verticales son un cambio en el perfil del terreno que reduce los costos de construcción y al mismo tiempo cumple con las restricciones regulatorias y de seguridad.
	Eficiencia	Según Kaatz-Dubberke & Kehl (2020) mencionan que en términos de planificación urbana los sistemas impulsados por inteligencia artificial tienen la capacidad de asistirnos en el diseño de procesos más eficientes para gestionar las complejidades de los entornos urbanos en tiempo real, lo que resulta en la conservación de recursos y un aumento en la productividad.
	Eficacia	Según Brichetti J. et al. (2021) menciona que la eficacia y eficiencia de los sistemas de transporte urbano depende de características locales como la densidad urbana, la morfología y la geografía, o la ubicación de la infraestructura que servirá para conducirlos a sus centros de trabajo, educación y salud.

5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el cuestionario para encuesta a colaboradores elaborado por William Nicolas Rojas Blas en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.

mediendo.	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente

1. No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel

Dimensiones del instrumento:

- **Primera dimensión: EVALUACIÓN DE ZONA DE ESTUDIO**
- **Objetivos de la Dimensión:** Mide la magnitud de información inicial para el comienzo del proyecto, así como también los estudios en campo y gabinete.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Data inicial de proyecto	¿Considera usted que los proyectos cuentan con toda la información antes de iniciar la fase de diseño geométrico?	4	4	4	
Flujo de trabajo organizacional	¿Considera usted que el flujo de trabajo organizacional es adecuado para el proceso de diseño geométrico?	4	4	4	
Herramientas informáticas	¿Considera usted que las herramientas informáticas para diseño geométrico que utiliza son indispensables?	4	4	4	
Topografía	¿Considera usted que el levantamiento topográfico para conseguir la información necesaria del proyecto es tratable?	4	4	4	
Geomorfología	¿Considera usted que la geomorfología original al trabajarla en gabinete genera superficies con triangulaciones variables en su forma de relieve?	4	4	4	
Trabajo de campo y gabinete	¿Considera usted que, al generar la superficie del terreno a partir de la data topográfica, siempre se deben editar/corregir puntos y superficie?	4	4	4	

- **Segunda dimensión: ALINEAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL**
- **Objetivos de la Dimensión:** Mide la magnitud en factibilidad del proceso de generación de alineamiento horizontales/verticales y su posterior optimización.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Trazo de ruta	¿Considera usted que es factible generar la propuesta del alineamiento horizontal respecto a linderos (lotizaciones u objetos limitantes)?	4	4	4	
Perfil o alineamiento vertical	¿Considera usted que es factible generar la propuesta del alineamiento vertical respecto a la pendiente longitudinal del terreno?	4	4	4	
Optimización de perfil o rasante propuesta	¿Considera usted que es factible optimizar el perfil vertical con respecto al alineamiento horizontal acorde con la variabilidad del terreno?	4	4	4	

- **Tercera dimensión: EFICIENCIA**
- **Objetivos de la Dimensión:** Mide la relación del rendimiento de recursos respecto a su tiempo considerando la ejecución del sistema experto.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Rendimiento de recursos	¿Considera usted que los recursos (herramientas físicas/virtuales y talento humano) son aprovechados eficazmente?	4	4	4	
Tiempo de ejecución del sistema experto	¿Considera usted que el sistema experto propuesto reduciría el tiempo en la ejecución del proceso de diseño geométrico?	4	4	4	

- **Cuarta dimensión: EFICACIA**
- **Objetivos de la Dimensión:** Mide el cumplimiento de metas y calidad relacionadas al impacto de un sistema experto en el diseño geométrico.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Metas	¿Considera usted que se cumplen las metas de proyecto con los recursos y tiempo establecidos previo al inicio de la etapa de diseño?	4	4	4	
Calidad	¿Considera usted que implementar un sistema experto ayuda a mejorar la calidad del diseño geométrico?	4	4	4	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Si hay Suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: *Rejas de la Peña Aldo Fernando*

Especialidad del validador: *Metodólogo y Administrador*

28.....de.....*10*.....del 2023.

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma del Experto validador

Williams y Webb (1994) así como Powell (2003), mencionan que no existe un consenso respecto al número de expertos a emplear. Por otra parte, el número de jueces que se debe emplear en un juicio depende del nivel de experticia y de la diversidad del conocimiento. Así, mientras Gable y Wolf (1993), Grant y Davis (1997), y Lynn (1986) (citados en McGarland et al. 2003) sugieren un rango de 2 hasta 20 expertos, Hyrkäs et al. (2003) manifiestan que 10 expertos brindarán una estimación confiable de la validez de contenido de un instrumento (cantidad mínimamente recomendable para construcciones de nuevos instrumentos). Si un 80 % de los expertos han estado de acuerdo con la validez de un ítem éste puede ser incorporado al instrumento (Voutilainen & Liukkonen, 1995, citados en Hyrkäs et al. (2003).

Ver : <https://www.revistaespacios.com/cited2017/cited2017-23.pdf> entre otra bibliografía.

Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento Cuestionario de encuesta para colaboradores del proyecto de tesis denominado "Impacto de un sistema experto en la productividad del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez:

Nombre del juez:	<i>Aldo Fernando Rojas de la Peña</i>	
Grado profesional:	Maestría ()	Doctor (<input checked="" type="checkbox"/>)
Área de formación académica:	Clínica ()	Social (<input checked="" type="checkbox"/>)
	Educativa (<input checked="" type="checkbox"/>)	Organizacional ()
Áreas de experiencia profesional:	<i>Metodología - Administración</i>	
Institución donde labora:	<i>Escuela de Posgrado UCV.</i>	
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años ()	Más de 5 años (<input checked="" type="checkbox"/>)
	Experiencia en Investigación Psicométrica: (si corresponde)	<i>Metodología - Administración</i>

2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala

Nombre de la Prueba:	Cuestionario de encuesta para colaboradores Segunda variable: Sistema experto
Autora:	William Nicolas Rojas Blas
Procedencia:	Proyecto de Investigación-Elaboración propia
Administración:	Formulario digital
Tiempo de aplicación:	15 minutos
Ámbito de aplicación:	Profesionales AEC (Arquitectura, Ingeniería, y Construcción) con conocimientos en infraestructura de vías urbanas y diseño mayor a 2 años.
Significación:	La escala es ordinal de rango de 1 al 5, y está conformada por 17 preguntas para la 2da variable que posee 6 dimensiones, teniendo un total de 17 indicadores. El objetivo es determinar el impacto de un sistema experto en la productividad del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023.

4. Soporte teórico

Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
Sistema experto	Conocimiento	Bravo M. (2016), expresa que deben considerarse conocimientos de matemáticas, ingeniería, y construcción y su relación existente a la abrumadora aparición de modelos digitales, los cuales cuestionar su validez respecto a los modelos físicos tradicionales. Además, es necesario seguir una correcta metodología para así observar lógicas paramétricas con exposición de nuevas soluciones.
	Sistema experto	Es un sistema de software que utiliza conocimientos y reglas de expertos en el campo de diseño geométrico para tomar decisiones y proporcionar recomendaciones automáticas durante el proceso de diseño. Además, utiliza algoritmos y técnicas de inteligencia artificial, como el razonamiento lógico y la inferencia, para analizar los datos ingresados por el usuario, evaluar diferentes opciones de diseño y generar soluciones óptimas o cercanas a la óptima.
	Nivel de impacto	Schneider C. et al. (2011) expone un impacto de la elaboración de su sistema innovador para el diseño de entornos urbanos, sin embargo, a su vez menciona las capacidades limitantes del actual procesamiento de software.
	Modelo digital	Salzano A. et al. (2023) menciona que son modelos 3D interactivos para replicar el diseño, construcción y uso de la infraestructura. Además, expone el concepto del I-BIM dedicado a la infraestructura horizontal como carreteras y ferrocarriles, lo cual implica un enfoque especial de los métodos de modelado geométrico.
	Parámetros	Serdar & Erdem (2019) describe el uso de parámetros como las alternativas de diseño que sirven de restricciones en el proceso de modelado.
	Calidad de diseño	Obergriber et al. (2011), expresa que el modelo 3D paramétrico proporciona la especificación de tareas de planificación, visualización de carreteras, detección de colisiones geométricas, calidad de terreno, y otros problemas.

5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el cuestionario para encuesta a colaboradores elaborado por William Nicolas Rojas Blas en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintácticay semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.

COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem es esencial importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brindes sus observaciones que considere pertinente

1 No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel

Dimensiones del instrumento:

- **Primera dimensión: CONOCIMIENTO**
- **Objetivos de la Dimensión:** Mide el grado de conocimiento actual y posterior del usuario con respecto a herramientas y sistema experto

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Grado de comprensión	¿Considera usted que posee comprensión arraigado a las herramientas de diseño geométrico?	4	4	4	
Capacitaciones y/o charlas	¿Considera usted factible que su empleador le proporcione capacitaciones y/o charlas para entender un sistema experto?	4	4	4	
Grado de auto dedicación	¿Considera usted que además del cumplimiento de sus labores, añada aprender e implementar un sistema experto?	4	4	4	

- **Segunda dimensión: SISTEMA EXPERTO**

- **Objetivos de la Dimensión:** Mide el grado de implementación, interés, y riesgo de un sistema experto

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Oportunidades de implementación	¿Considera usted que existen oportunidades de implementar un sistema experto en su centro de labores?	4	4	4	
Grado de interés	¿Considera usted que demuestra interés en el sistema experto aplicado al diseño geométrico de vías urbanas de altas pendientes?	4	4	4	
Grado de riesgo	¿Considera usted que existe un riesgo al implementar un nuevo sistema a su flujo de trabajo actual?	4	4	4	

- **Tercera dimensión: NIVEL DE IMPACTO**

- **Objetivos de la Dimensión:** Mide el nivel de impacto de un sistema experto en el diseño tomando la relación su uso, precisión, y revisión.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Facilidad de uso	¿Considera usted la facilidad de uso de la aplicación del sistema experto como factible?	4	4	4	
Precisión del sistema	¿Considera usted que el sistema experto mejora la precisión de la información expuesta en el modelo digital?	4	4	4	
Tiempo de revisión y aprobación	¿Considera usted que el sistema experto reduce los tiempos de revisión y aprobación de diseño?	4	4	4	

- **Cuarta dimensión: MODELO DIGITAL**

- **Objetivos de la Dimensión:** Mide la precisión del modelo digital, su modelado, y solución de procesos repetitivos.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Diseño planimétrico	¿Considera usted que la planimetría propuesta para vías urbanas de altas pendientes se elabora a la máxima exactitud?	4	4	4	
Modelación Civil 3D	¿Considera usted que Civil 3D representa ser una herramienta esencial en el proceso de modelado?	4	4	4	

Iteraciones	¿Considera usted que existen procesos repetitivos que podrían ser solucionados con sistemas expertos?	4	4	4	
-------------	---	---	---	---	--

- **Quinta dimensión: PARÁMETROS**

- **Objetivos de la Dimensión:** Mide la relación de los parámetros del sistema experto con su identificación, fiabilidad, y ausencia de información.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Identificación	¿Considera usted que se identifican todos los parámetros al inicio de un diseño geométrico de vías urbanas de altas pendientes?	4	4	4	
Fiabilidad	¿Considera usted que los parámetros brindados al inicio de proyecto son los indicados para su ejecución?	4	4	4	
Ausencia de datos	¿Considera usted que existe una ausencia de datos de parámetros?	4	4	4	

- **Sexta dimensión: CALIDAD DE DISEÑO**

- **Objetivos de la Dimensión:** Mide la relación del entregable final con respecto a criterios de calidad, tiempo, y su extracción de información

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Entregable final	¿Considera usted que se cumple con los criterios de calidad y tiempo de su entregable final de proyecto?	4	4	4	
Extracción de información	¿Considera usted que la mejora de calidad de diseño repercute positivamente en la extracción de información?	4	4	4	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Si hay Suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: *Dr. Rojas de la Peña Aldo Ferrerolo*

Especialidad del validador: *Metodología - Administración*

28 de *10* del 2023.

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma del Experto validador

Williams y Webb (1994) así como Powell (2003), mencionan que no existe un consenso respecto al número de expertos a emplear. Por otra parte, el número de jueces que se debe emplear en un juicio depende del nivel de experticia y de la diversidad del conocimiento. Así, mientras Gable y Wolf (1993), Grant y Davis (1997), y Lynn (1986) (citados en McGartland et al. 2003) sugieren un rango de 2 hasta 20 expertos, Hyrkäs et al. (2003) manifiestan que 10 expertos brindarán una estimación confiable de la validez de contenido de un instrumento (cantidad mínimamente recomendable para construcciones de nuevos instrumentos). Si un 80 % de los expertos han estado de acuerdo con la validez de un ítem éste puede ser incorporado al instrumento (Voutilainen & Liukkonen, 1995, citados en Hyrkäs et al. (2003).

Ver : <https://www.revistaespacios.com/cited2017/cited2017-23.pdf> entre otra bibliografía.

**PERÚ**

Ministerio de Educación

Superintendencia Nacional de
Educación Superior UniversitariaDirección de Documentación e
Información Universitaria y
Registro de Grados y Títulos**REGISTRO NACIONAL DE GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES**

Graduado	Grado o Título	Institución
REJAS DE LA PEÑA, ALDO FERNANDO DNI 43246299	LICENCIADO EN EDUCACION SECUNDARIA FORMACION LABORAL : ADMINISTRACION Y CONTABILIDAD Fecha de diploma: 04/05/2006 Modalidad de estudios: -	UNIVERSIDAD PRIVADA DE SAN PEDRO <i>PERU</i>
REJAS DE LA PEÑA, ALDO FERNANDO DNI 43246299	BACHILLER EN EDUCACION Fecha de diploma: 04/07/2005 Modalidad de estudios: - Fecha matrícula: Sin información (***) Fecha egreso: Sin información (***)	UNIVERSIDAD PRIVADA DE SAN PEDRO <i>PERU</i>
REJAS DE LA PEÑA, ALDO FERNANDO DNI 43246299	MAGISTER EN PSICOLOGIA EDUCATIVA Fecha de diploma: 28/09/15 Modalidad de estudios: PRESENCIAL Fecha matrícula: Sin información (***) Fecha egreso: Sin información (***)	UNIVERSIDAD PRIVADA CÉSAR VALLEJO <i>PERU</i>
REJAS DE LA PEÑA, ALDO FERNANDO DNI 43246299	BACHILLER EN ADMINISTRACION Y CIENCIAS POLICIALES Fecha de diploma: 23/12/15 Modalidad de estudios: PRESENCIAL Fecha matrícula: 01/04/1996 Fecha egreso: 01/01/1999	ESCUELA DE OFICIALES DE LA POLICÍA NACIONAL DEL PERÚ <i>PERU</i>
REJAS DE LA PEÑA, ALDO FERNANDO DNI 43246299	LICENCIADO EN ADMINISTRACION Y CIENCIAS POLICIALES Fecha de diploma: 09/06/17 Modalidad de estudios: PRESENCIAL	ESCUELA DE OFICIALES DE LA POLICÍA NACIONAL DEL PERÚ <i>PERU</i>
REJAS DE LA PEÑA, ALDO FERNANDO DNI 43246299	DOCTOR EN GESTIÓN PÚBLICA Y GOBERNABILIDAD Fecha de diploma: 11/07/22 Modalidad de estudios: PRESENCIAL Fecha matrícula: 01/10/2016 Fecha egreso: 27/01/2022	UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO S.A.C. <i>PERU</i>

Anexo 3: Matriz Evaluación por juicio de expertos_02

Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento Cuestionario de encuesta para colaboradores del proyecto de tesis denominado "Impacto de un sistema experto en la productividad del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez:

Nombre del juez:	Rogor Daniel Lity Lion			
Grado profesional:	Maestría (<input checked="" type="checkbox"/>)	Doctor	()	
Área de formación académica:	Clinica	()	Social	()
	Educativa	()	Organizacional	(<input checked="" type="checkbox"/>)
Áreas de experiencia profesional:	Operación y Logística.			
Institución donde labora:	UCV			
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años	()		
	Más de 5 años	(<input checked="" type="checkbox"/>)		
Experiencia en Investigación Psicométrica: (si corresponde)				

2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala

Nombre de la Prueba:	Cuestionario de encuesta para colaboradores Primera variable: Productividad
Autora:	William Nicolas Rojas Blas
Procedencia:	Proyecto de Investigación-Elaboración propia
Administración:	Formulario digital
Tiempo de aplicación:	15 minutos
Ámbito de aplicación:	Profesionales AEC (Arquitectura, Ingeniería, y Construcción) con conocimientos en infraestructura de vías urbanas y diseño mayor a 2 años.
Significación:	La escala es ordinal de rango de 1 al 5, y está conformada por 13 preguntas para la 1era variable que posee 4 dimensiones, teniendo un total de 13 indicadores. El objetivo es determinar el impacto de un sistema experto en la productividad del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023.

4. Soporte teórico

Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
Productividad	Evaluación de zona de estudio	Yue Sun & Timur Dogan (2021) observa que las decisiones relacionadas con el diseño, como la zonificación, la distribución del proyecto, la densidad y el diseño de la red de calles, a menudo requieren la evaluación cuidadosa y simultánea de grandes cantidades de información
	Alineamiento horizontal y vertical	Hare et al. (2014), menciona que el diseño de vías se refiere al problema de conectar dos puntos finales definidos eligiendo una ruta económica y teniendo en cuenta diversas especificaciones de diseño, limitaciones de seguridad e impactos ambientales y socioeconómicos. Las alineaciones horizontales proporcionan carriles de autopista en vistas satelitales teniendo en cuenta consideraciones políticas y sociales. Y las alineaciones verticales son un cambio en el perfil del terreno que reduce los costos de construcción y al mismo tiempo cumple con las restricciones regulatorias y de seguridad.
	Eficiencia	Según Kaatz-Dubberke & Kehl (2020) mencionan que en términos de planificación urbana los sistemas impulsados por inteligencia artificial tienen la capacidad de asistirnos en el diseño de procesos más eficientes para gestionar las complejidades de los entornos urbanos en tiempo real, lo que resulta en la conservación de recursos y un aumento en la productividad.
	Eficacia	Según Brichetti J. et al. (2021) menciona que la eficacia y eficiencia de los sistemas de transporte urbano depende de características locales como la densidad urbana, la morfología y la geografía, o la ubicación de la infraestructura que servirá para conducirlos a sus centros de trabajo, educación y salud.

5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el cuestionario para encuesta a colaboradores elaborado por William Nicolas Rojas Blas en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.

midiendo.	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente

1. No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel

Dimensiones del instrumento:

- **Primera dimensión: EVALUACIÓN DE ZONA DE ESTUDIO**
- **Objetivos de la Dimensión:** Mide la magnitud de información inicial para el comienzo del proyecto, así como también los estudios en campo y gabinete.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Data inicial de proyecto	¿Considera usted que los proyectos cuentan con toda la información antes de iniciar la fase de diseño geométrico?	4	4	4	
Flujo de trabajo organizacional	¿Considera usted que el flujo de trabajo organizacional es adecuado para el proceso de diseño geométrico?	4	4	4	
Herramientas informáticas	¿Considera usted que las herramientas informáticas para diseño geométrico que utiliza son indispensables?	4	4	4	
Topografía	¿Considera usted que el levantamiento topográfico para conseguir la información necesaria del proyecto es tratable?	4	4	4	
Geomorfología	¿Considera usted que la geomorfología original al trabajarla en gabinete genera superficies con triangulaciones variables en su forma de relieve?	4	4	4	
Trabajo de campo y gabinete	¿Considera usted que, al generar la superficie del terreno a partir de la data topográfica, siempre se deben editar/corregir puntos y superficie?	4	4	4	

- **Segunda dimensión: ALINEAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL**
- Objetivos de la Dimensión: Mide la magnitud en factibilidad del proceso de generación de alineamiento horizontales/verticales y su posterior optimización.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Trazo de ruta	¿Considera usted que es factible generar la propuesta del alineamiento horizontal respecto a linderos (lotizaciones u objetos limitantes)?	4	4	4	
Perfil o alineamiento vertical	¿Considera usted que es factible generar la propuesta del alineamiento vertical respecto a la pendiente longitudinal del terreno?	4	4	4	
Optimización de perfil o rasante propuesta	¿Considera usted que es factible optimizar el perfil vertical con respecto al alineamiento horizontal acorde con la variabilidad del terreno?	4	4	4	

- **Tercera dimensión: EFICIENCIA**
- Objetivos de la Dimensión: Mide la relación del rendimiento de recursos respecto a su tiempo considerando la ejecución del sistema experto.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Rendimiento de recursos	¿Considera usted que los recursos (herramientas físicas/virtuales y talento humano) son aprovechados eficazmente?	4	4	4	
Tiempo de ejecución del sistema experto	¿Considera usted que el sistema experto propuesto reduciría el tiempo en la ejecución del proceso de diseño geométrico?	4	4	4	

- **Cuarta dimensión: EFICACIA**
- Objetivos de la Dimensión: Mide el cumplimiento de metas y calidad relacionadas al impacto de un sistema experto en el diseño geométrico.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Metas	¿Considera usted que se cumplen las metas de proyecto con los recursos y tiempo establecidos previo al inicio de la etapa de diseño?	4	4	4	
Calidad	¿Considera usted que implementar un sistema experto ayuda a mejorar la calidad del diseño geométrico?	4	4	4	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

SI HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: Lizy Lizy Rogas Davis

Especialidad del validador: Optimización y Logística

25 de 11 del 2023.

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


Firma del Experto validador

Williams y Webb (1994) así como Powell (2003), mencionan que no existe un consenso respecto al número de expertos a emplear. Por otra parte, el número de jueces que se debe emplear en un juicio depende del nivel de experticia y de la diversidad del conocimiento. Así, mientras Gable y Wolf (1993), Grant y Davis (1997), y Lynn (1986) (citados en McGartland et al. 2003) sugieren un rango de **2** hasta **20 expertos**, Hyrkás et al. (2003) manifiestan que **10 expertos** brindarán una estimación confiable de la validez de contenido de un instrumento (cantidad mínimamente recomendable para construcciones de nuevos instrumentos). Si un 80 % de los expertos han estado de acuerdo con la validez de un ítem éste puede ser incorporado al instrumento (Voutilainen & Liukkonen, 1995, citados en Hyrkás et al. (2003).

Ver : <https://www.revistaespacios.com/cited2017/cited2017-23.pdf> entre otra bibliografía.

Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento Cuestionario de encuesta para colaboradores del proyecto de tesis denominado "Impacto de un sistema experto en la productividad del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez:

Nombre del juez:	Roger Daniel Lig Lion		
Grado profesional:	Maestría (X)	Doctor	()
Área de formación académica:	Clinica ()	Social	()
	Educativa ()	Organizacional	(X)
Áreas de experiencia profesional:	Operarios y Logística		
Institución donde labora:	UCV		
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años	()	
	Más de 5 años	(X)	
Experiencia en Investigación Psicométrica: (si corresponde)			

2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala

Nombre de la Prueba:	Cuestionario de encuesta para colaboradores Segunda variable: Sistema experto
Autora:	William Nicolas Rojas Blas
Procedencia:	Proyecto de Investigación-Elaboración propia
Administración:	Formulario digital
Tiempo de aplicación:	15 minutos
Ámbito de aplicación:	Profesionales AEC (Arquitectura, Ingeniería, y Construcción) con conocimientos en infraestructura de vías urbanas y diseño mayor a 2 años.
Significación:	La escala es ordinal de rango de 1 al 5, y está conformada por 17 preguntas para la 2da variable que posee 6 dimensiones, teniendo un total de 17 indicadores. El objetivo es determinar el impacto de un sistema experto en la productividad del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023.

4. Soporte teórico

Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
Sistema experto	Conocimiento	Bravo M. (2016), expresa que deben considerarse conocimientos de matemáticas, ingeniería, y construcción y su relación existente a la abrumadora aparición de modelos digitales, los cuales cuestionan su validez respecto a los modelos físicos tradicionales. Además, es necesario seguir una correcta metodología para así observar lógicas paramétricas con exposición de nuevas soluciones.
	Sistema experto	Es un sistema de software que utiliza conocimientos y reglas de expertos en el campo de diseño geométrico para tomar decisiones y proporcionar recomendaciones automáticas durante el proceso de diseño. Además, utiliza algoritmos y técnicas de inteligencia artificial, como el razonamiento lógico y la inferencia, para analizar los datos ingresados por el usuario, evaluar diferentes opciones de diseño y generar soluciones óptimas o cercanas a la óptima.
	Nivel de impacto	Schneider C. et al. (2011) expone un impacto de la elaboración de su sistema innovador para el diseño de entornos urbanos, sin embargo, a su vez menciona las capacidades limitantes del actual procesamiento de software.
	Modelo digital	Salzano A. et al. (2023) menciona que son modelos 3D interactivos para replicar el diseño, construcción y uso de la infraestructura. Además, expone el concepto del I-BIM dedicado a la infraestructura horizontal como carreteras y ferrocarriles, lo cual implica un enfoque especial de los métodos de modelado geométrico.
	Parámetros	Serdar & Erdem (2019) describe el uso de parámetros como las alternativas de diseño que sirven de restricciones en el proceso de modelado.
	Calidad de diseño	Obergriber et al. (2011), expresa que el modelo 3D paramétrico proporciona la especificación de tareas de planificación, visualización de carreteras, detección de colisiones geométricas, calidad de terreno, y otros problemas.

5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el cuestionario para encuesta a colaboradores elaborado por William Nicolas Rojas Blas en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintácticas y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.

COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
	RELEVANCIA El ítem es esencialmente importante, es decir debe ser incluido.	
1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.	
2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.	
3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.	
4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.	

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos bríndes sus observaciones que considere pertinente

1 No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel

Dimensiones del instrumento:

- **Primera dimensión: CONOCIMIENTO**
- **Objetivos de la Dimensión:** Mide el grado de conocimiento actual y posterior del usuario con respecto a herramientas y sistema experto

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Grado de comprensión	¿Considera usted que posee comprensión arraigado a las herramientas de diseño geométrico?	4	4	4	
Capacitaciones y/o charlas	¿Considera usted factible que su empleador le proporcione capacitaciones y/o charlas para entender un sistema experto?	4	4	4	
Grado de auto dedicación	¿Considera usted que además del cumplimiento de sus labores, añada aprender e implementar un sistema experto?	4	4	4	

- **Segunda dimensión: SISTEMA EXPERTO**

- **Objetivos de la Dimensión:** Mide el grado de implementación, interés, y riesgo de un sistema experto

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Oportunidades de implementación	¿Considera usted que existen oportunidades de implementar un sistema experto en su centro de labores?	4	4	4	
Grado de interés	¿Considera usted que demuestra interés en el sistema experto aplicado al diseño geométrico de vías urbanas de altas pendientes?	4	4	4	
Grado de riesgo	¿Considera usted que existe un riesgo al implementar un nuevo sistema a su flujo de trabajo actual?	4	4	4	

- **Tercera dimensión: NIVEL DE IMPACTO**

- **Objetivos de la Dimensión:** Mide el nivel de impacto de un sistema experto en el diseño tomando la relación su uso, precisión, y revisión.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Facilidad de uso	¿Considera usted la facilidad de uso de la aplicación del sistema experto como factible?	4	4	4	
Precisión del sistema	¿Considera usted que el sistema experto mejora la precisión de la información expuesta en el modelo digital?	4	4	4	
Tiempo de revisión y aprobación	¿Considera usted que el sistema experto reduce los tiempos de revisión y aprobación de diseño?	4	4	4	

- **Cuarta dimensión: MODELO DIGITAL**

- **Objetivos de la Dimensión:** Mide la precisión del modelo digital, su modelado, y solución de procesos repetitivos.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Diseño planimétrico	¿Considera usted que la planimetría propuesta para vías urbanas de altas pendientes se elabora a la máxima exactitud?	4	4	4	
Modelación Civil 3D	¿Considera usted que Civil 3D representa ser una herramienta esencial en el proceso de modelado?	4	4	4	

Iteraciones	¿Considera usted que existen procesos repetitivos que podrían ser solucionados con sistemas expertos?	4	4	4	
-------------	---	---	---	---	--

- **Quinta dimensión: PARÁMETROS**

- **Objetivos de la Dimensión:** Mide la relación de los parámetros del sistema experto con su identificación, fiabilidad, y ausencia de información.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Identificación	¿Considera usted que se identifican todos los parámetros al inicio de un diseño geométrico de vías urbanas de altas pendientes?	4	4	4	
Fiabilidad	¿Considera usted que los parámetros brindados al inicio de proyecto son los indicados para su ejecución?	4	4	4	
Ausencia de datos	¿Considera usted que existe una ausencia de datos de parámetros?	4	4	4	

- **Sexta dimensión: CALIDAD DE DISEÑO**

- **Objetivos de la Dimensión:** Mide la relación del entregable final con respecto a criterios de calidad, tiempo, y su extracción de información

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Entregable final	¿Considera usted que se cumple con los criterios de calidad y tiempo de su entregable final de proyecto?	4	4	4	
Extracción de información	¿Considera usted que la mejora de calidad de diseño repercute positivamente en la extracción de información?	4	4	4	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

SI HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador: L.Y. Leon Rogu Daniel

Especialidad del validador: Operaciones y Logística

..... 25 de 11 del 2023.

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma del Experto validador

Williams y Webb (1994) así como Powell (2003), mencionan que no existe un consenso respecto al número de expertos a emplear. Por otra parte, el número de jueces que se debe emplear en un juicio depende del nivel de experticia y de la diversidad del conocimiento. Así, mientras Gable y Wolf (1993), Grant y Davis (1997), y Lynn (1986) (citados en McGartland et al. 2003) sugieren un rango de 2 hasta 20 expertos, Hyrkás et al. (2003) manifiestan que 10 expertos brindarán una estimación confiable de la validez de contenido de un instrumento (cantidad mínimamente recomendable para construcciones de nuevos instrumentos). Si un 80 % de los expertos han estado de acuerdo con la validez de un ítem éste puede ser incorporado al instrumento (Voutilainen & Liukkonen, 1995, citados en Hyrkás et al. (2003).

Ver : <https://www.revistaespacios.com/cited2017/cited2017-23.pdf> entre otra bibliografía.

**PERÚ**

Ministerio de Educación

Superintendencia Nacional de
Educación Superior UniversitariaDirección de Documentación e
Información Universitaria y
Registro de Grados y Títulos**REGISTRO NACIONAL DE GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES**

Graduado	Grado o Título	Institución
LIY LION, ROGER DANIEL DNI 07616497	LICENCIADO EN QUIMICA Fecha de diploma: 29/11/2000 Modalidad de estudios: -	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ <i>PERU</i>
LIY LION, ROGER DANIEL DNI 07616497	BACHILLER EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN QUIMICA Fecha de diploma: 08/09/1993 Modalidad de estudios: - Fecha matrícula: Sin información (***) Fecha egreso: Sin información (***)	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ <i>PERU</i>
LIY LION, ROGER DANIEL DNI 07616497	BACHILLER EN CIENCIAS QUIMICA Fecha de diploma: 08/09/1993 Modalidad de estudios: - Fecha matrícula: Sin información (***) Fecha egreso: Sin información (***)	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ <i>PERU</i>
LIY LION, ROGER DANIEL DNI 07616497	EXECUTIVE MASTER OF BUSINESS ADMINISTRATION Fecha de diploma: 18/09/99 Modalidad de estudios: PRESENCIAL Fecha matrícula: 07/04/1998 Fecha egreso: 22/08/1999	UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA S.A. <i>PERU</i>
LIY LION, ROGER DANIEL DNI 07616497	MAGÍSTER EN GESTIÓN DE OPERACIONES Fecha de diploma: 25/07/08 Modalidad de estudios: PRESENCIAL Fecha matrícula: 05/10/2004 Fecha egreso: 12/04/2006	UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS S.A.C. <i>PERU</i>

Anexo 3: Matriz Evaluación por juicio de expertos_03

Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento Cuestionario de encuesta para colaboradores del proyecto de tesis denominado "Impacto de un sistema experto en la productividad del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez:

Nombre del juez:	Ángel Rosan Huanca Borda	
Grado profesional:	Maestría (X)	Doctor ()
Área de formación académica:	Clínica ()	Social (X)
	Educativa (X)	Organizacional ()
Áreas de experiencia profesional:	Gestión y gerencia de la construcción y educación	
Institución donde labora:	Universidad San Luis Gonzaga de Ica	
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años ()	Más de 5 años (X)
	Experiencia en Investigación Psicométrica: (si corresponde)	
	Metodólogo	

2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala

Nombre de la Prueba:	Cuestionario de encuesta para colaboradores Primera variable: Productividad
Autora:	William Nicolas Rojas Blas
Procedencia:	Proyecto de Investigación-Elaboración propia
Administración:	Formulario digital
Tiempo de aplicación:	15 minutos
Ámbito de aplicación:	Profesionales AEC (Arquitectura, Ingeniería, y Construcción) con conocimientos en infraestructura de vías urbanas y diseño mayor a 2 años.
Significación:	La escala es ordinal de rango de 1 al 5, y está conformada por 13 preguntas para la 1era variable que posee 4 dimensiones, teniendo un total de 13 indicadores. El objetivo es determinar el impacto de un sistema experto en la productividad del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023.

4. Soporte teórico

Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
Productividad	Evaluación de zona de estudio	Yue Sun & Timur Dogan (2021) observa que las decisiones relacionadas con el diseño, como la zonificación, la distribución del proyecto, la densidad y el diseño de la red de calles, a menudo requieren la evaluación cuidadosa y simultánea de grandes cantidades de información
	Alineamiento horizontal y vertical	Hare et al. (2014), menciona que el diseño de vías se refiere al problema de conectar dos puntos finales definidos eligiendo una ruta económica y teniendo en cuenta diversas especificaciones de diseño, limitaciones de seguridad e impactos ambientales y socioeconómicos. Las alineaciones horizontales proporcionan carriles de autopista en vistas satelitales teniendo en cuenta consideraciones políticas y sociales. Y las alineaciones verticales son un cambio en el perfil del terreno que reduce los costos de construcción y al mismo tiempo cumple con las restricciones regulatorias y de seguridad.
	Eficiencia	Según Kaatz-Dubberke & Kehl (2020) mencionan que en términos de planificación urbana los sistemas impulsados por inteligencia artificial tienen la capacidad de asistir en el diseño de procesos más eficientes para gestionar las complejidades de los entornos urbanos en tiempo real, lo que resulta en la conservación de recursos y un aumento en la productividad.
	Eficacia	Según Brichetti J. et al. (2021) menciona que la eficacia y eficiencia de los sistemas de transporte urbano depende de características locales como la densidad urbana, la morfología y la geografía, o la ubicación de la infraestructura que servirá para conducirlos a sus centros de trabajo, educación y salud.

5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el cuestionario para encuesta a colaboradores elaborado por William Nicolas Rojas Blas en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.

mediendo.	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente

1. No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel

Dimensiones del instrumento:

- **Primera dimensión: EVALUACIÓN DE ZONA DE ESTUDIO**
- **Objetivos de la Dimensión:** Mide la magnitud de información inicial para el comienzo del proyecto, así como también los estudios en campo y gabinete.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Data inicial de proyecto	¿Considera usted que los proyectos cuentan con toda la información antes de iniciar la fase de diseño geométrico?	4	4	4	
Flujo de trabajo organizacional	¿Considera usted que el flujo de trabajo organizacional es adecuado para el proceso de diseño geométrico?	4	4	4	
Herramientas informáticas	¿Considera usted que las herramientas informáticas para diseño geométrico que utiliza son indispensables?	4	4	4	
Topografía	¿Considera usted que el levantamiento topográfico para conseguir la información necesaria del proyecto es tratable?	4	4	4	
Geomorfología	¿Considera usted que la geomorfología original al trabajarla en gabinete genera superficies con triangulaciones variables en su forma de relieve?	4	4	4	
Trabajo de campo y gabinete	¿Considera usted que, al generar la superficie del terreno a partir de la data topográfica, siempre se deben editar/corregir puntos y superficie?	4	4	4	

- **Segunda dimensión: ALINEAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL**
- Objetivos de la Dimensión: Mide la magnitud en factibilidad del proceso de generación de alineamiento horizontales/verticales y su posterior optimización.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Trazo de ruta	¿Considera usted que es factible generar la propuesta del alineamiento horizontal respecto a linderos (lotizaciones u objetos lmitantes)?	4	4	4	
Perfil o alineamiento vertical	¿Considera usted que es factible generar la propuesta del alineamiento vertical respecto a la pendiente longitudinal del terreno?	4	4	4	
Optimización de perfil o rasante propuesta	¿Considera usted que es factible optimizar el perfil vertical con respecto al alineamiento horizontal acorde con la variabilidad del terreno?	4	4	4	

- **Tercera dimensión: EFICIENCIA**
- Objetivos de la Dimensión: Mide la relación del rendimiento de recursos respecto a su tiempo considerando la ejecución del sistema experto.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Rendimiento de recursos	¿Considera usted que los recursos (herramientas físicas/virtuales y talento humano) son aprovechados eficazmente?	4	4	4	
Tiempo de ejecución del sistema experto	¿Considera usted que el sistema experto propuesto reduciría el tiempo en la ejecución del proceso de diseño geométrico?	4	4	4	

- **Cuarta dimensión: EFICACIA**
- Objetivos de la Dimensión: Mide el cumplimiento de metas y calidad relacionadas al impacto de un sistema experto en el diseño geométrico.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Metas	¿Considera usted que se cumplen las metas de proyecto con los recursos y tiempo establecidos previo al inicio de la etapa de diseño?	4	4	4	
Calidad	¿Considera usted que implementar un sistema experto ayuda a mejorar la calidad del diseño geométrico?	4	4	4	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

SI HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: Ángel Rosan Huanca Borda

Especialidad del validador: Metodólogo / Magister en Ingeniería civil mención gestión y gerencia de la construcción

24 de noviembre del 2023.

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma del Experto validador

ANGEL ROSAN HUANCA BORDA
Msc. INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 53304

Williams y Webb (1994) así como Powell (2003), mencionan que no existe un consenso respecto al número de expertos a emplear. Por otra parte, el número de jueces que se debe emplear en un juicio depende del nivel de experticia y de la diversidad del conocimiento. Así, mientras Gable y Wolf (1993), Grant y Davis (1997), y Lynn (1986) (citados en McGartland et al. 2003) sugieren un rango de **2 hasta 20 expertos**, Hyrkás et al. (2003) manifiestan que **10 expertos** brindarán una estimación confiable de la validez de contenido de un instrumento (cantidad mínimamente recomendable para construcciones de nuevos instrumentos). Si un 80 % de los expertos han estado de acuerdo con la validez de un ítem éste puede ser incorporado al instrumento (Voutilainen & Liukkonen, 1995, citados en Hyrkás et al. (2003).

Ver : <https://www.revistaespacios.com/cited2017/cited2017-23.pdf> entre otra bibliografía.

Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento Cuestionario de encuesta para colaboradores del proyecto de tesis denominado "Impacto de un sistema experto en la productividad del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez:

Nombre del juez:	Ángel Rosan Huanca Borda		
Grado profesional:	Maestría (X)	Doctor	()
Área de formación académica:	Clinica ()	Social	(X)
	Educativa (X)	Organizacional	()
Áreas de experiencia profesional:	Gestión y gerencia de la construcción y educación		
Institución donde labora:	Universidad San Luis Gonzaga de Ica		
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años	()	
	Más de 5 años	(X)	
Experiencia en Investigación Psicométrica: (si corresponde)	Metodólogo		

2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala

Nombre de la Prueba:	Cuestionario de encuesta para colaboradores Segunda variable: Sistema experto
Autora:	William Nicolas Rojas Blas
Procedencia:	Proyecto de Investigación-Elaboración propia
Administración:	Formulario digital
Tiempo de aplicación:	15 minutos
Ámbito de aplicación:	Profesionales AEC (Arquitectura, Ingeniería, y Construcción) con conocimientos en infraestructura de vías urbanas y diseño mayor a 2 años.
Significación:	La escala es ordinal de rango de 1 al 5, y está conformada por 17 preguntas para la 2da variable que posee 6 dimensiones, teniendo un total de 17 indicadores. El objetivo es determinar el impacto de un sistema experto en la productividad del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023.

4. Soporte teórico

Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
Sistema experto	Conocimiento	Bravo M. (2016), expresa que deben considerarse conocimientos de matemáticas, ingeniería, y construcción y su relación existente a la abrumadora aparición de modelos digitales, los cuales cuestionar su validez respecto a los modelos físicos tradicionales. Además, es necesario seguir una correcta metodología para así observar lógicas paramétricas con exposición de nuevas soluciones.
	Sistema experto	Es un sistema de software que utiliza conocimientos y reglas de expertos en el campo de diseño geométrico para tomar decisiones y proporcionar recomendaciones automáticas durante el proceso de diseño. Además, utiliza algoritmos y técnicas de inteligencia artificial, como el razonamiento lógico y la inferencia, para analizar los datos ingresados por el usuario, evaluar diferentes opciones de diseño y generar soluciones óptimas o cercanas a la óptima.
	Nivel de impacto	Schneider C. et al. (2011) expone un impacto de la elaboración de su sistema innovador para el diseño de entornos urbanos, sin embargo, a su vez menciona las capacidades limitantes del actual procesamiento de software.
	Modelo digital	Saizano A. et al. (2023) menciona que son modelos 3D interactivos para replicar el diseño, construcción y uso de la infraestructura. Además, expone el concepto del I-BIM dedicado a la infraestructura horizontal como carreteras y ferrocarriles, lo cual implica un enfoque especial de los métodos de modelado geométrico.
	Parámetros	Serdar & Erdem (2019) describe el uso de parámetros como las alternativas de diseño que sirven de restricciones en el proceso de modelado.
	Calidad de diseño	Obergriber et al. (2011), expresa que el modelo 3D paramétrico proporciona la especificación de tareas de planificación, visualización de carreteras, detección de colisiones geométricas, calidad de terreno, y otros problemas.

5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el cuestionario para encuesta a colaboradores elaborado por William Nicolas Rojas Blas en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintácticas y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.

COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem es esencialmente importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente

1 No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel

Dimensiones del instrumento:

- **Primera dimensión: CONOCIMIENTO**
- **Objetivos de la Dimensión:** Mide el grado de conocimiento actual y posterior del usuario con respecto a herramientas y sistema experto

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Grado de comprensión	¿Considera usted que posee comprensión arraigada a las herramientas de diseño geométrico?	4	4	4	
Capacitaciones y/o charlas	¿Considera usted factible que su empleador le proporcione capacitaciones y/o charlas para entender un sistema experto?	4	4	4	
Grado de auto dedicación	¿Considera usted que además del cumplimiento de sus labores, añada aprender e implementar un sistema experto?	4	4	4	

- **Segunda dimensión: SISTEMA EXPERTO**

- **Objetivos de la Dimensión:** Mide el grado de implementación, interés, y riesgo de un sistema experto

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Oportunidades de implementación	¿Considera usted que existen oportunidades de implementar un sistema experto en su centro de labores?	4	4	4	
Grado de interés	¿Considera usted que demuestra interés en el sistema experto aplicado al diseño geométrico de vías urbanas de altas pendientes?	4	4	4	
Grado de riesgo	¿Considera usted que existe un riesgo al implementar un nuevo sistema a su flujo de trabajo actual?	4	4	4	

- **Tercera dimensión: NIVEL DE IMPACTO**

- **Objetivos de la Dimensión:** Mide el nivel de impacto de un sistema experto en el diseño tomando la relación su uso, precisión, y revisión.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Facilidad de uso	¿Considera usted la facilidad de uso de la aplicación del sistema experto como factible?	4	4	4	
Precisión del sistema	¿Considera usted que el sistema experto mejora la precisión de la información expuesta en el modelo digital?	4	4	4	
Tiempo de revisión y aprobación	¿Considera usted que el sistema experto reduce los tiempos de revisión y aprobación de diseño?	4	4	4	

- **Cuarta dimensión: MODELO DIGITAL**

- **Objetivos de la Dimensión:** Mide la precisión del modelo digital, su modelado, y solución de procesos repetitivos.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Diseño planimétrico	¿Considera usted que la planimetría propuesta para vías urbanas de altas pendientes se elabora a la máxima exactitud?	4	4	4	
Modelación Civil 3D	¿Considera usted que Civil 3D representa ser una herramienta esencial en el proceso de modelado?	4	4	4	

Iteraciones	¿Considera usted que existen procesos repetitivos que podrían ser solucionados con sistemas expertos?	4	4	4	
-------------	---	---	---	---	--

- **Quinta dimensión: PARÁMETROS**

- **Objetivos de la Dimensión:** Mide la relación de los parámetros del sistema experto con su identificación, fiabilidad, y ausencia de información.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Identificación	¿Considera usted que se identifican todos los parámetros al inicio de un diseño geométrico de vías urbanas de altas pendientes?	4	4	4	
Fiabilidad	¿Considera usted que los parámetros brindados al inicio de proyecto son los indicados para su ejecución?	4	4	4	
Ausencia de datos	¿Considera usted que existe una ausencia de datos de parámetros?	4	4	4	

- **Sexta dimensión: CALIDAD DE DISEÑO**

- **Objetivos de la Dimensión:** Mide la relación del entregable final con respecto a criterios de calidad, tiempo, y su extracción de información

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Entregable final	¿Considera usted que se cumple con los criterios de calidad y tiempo de su entregable final de proyecto?	4	4	4	
Extracción de información	¿Considera usted que la mejora de calidad de diseño repercute positivamente en la extracción de información?	4	4	4	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

SI HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: Ángel Rosan Huanca Borda

Especialidad del validador: Metodólogo / Magister en Ingeniería civil mención gestión y gerencia de la construcción

24 de noviembre del 2023.

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma del Experto validador

ANGEL ROSAN HUANCA BORDA
Msc. INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 53304

Williams y Webb (1994) así como Powell (2003), mencionan que no existe un consenso respecto al número de expertos a emplear. Por otra parte, el número de jueces que se debe emplear en un juicio depende del nivel de experticia y de la diversidad del conocimiento. Así, mientras Gable y Wolf (1993), Grant y Davis (1997), y Lynn (1986) (citados en McGartland et al. 2003) sugieren un rango de 2 hasta 20 expertos, Hyrkás et al. (2003) manifiestan que 10 expertos brindarán una estimación confiable de la validez de contenido de un instrumento (cantidad mínimamente recomendable para construcciones de nuevos instrumentos). Si un 80 % de los expertos han estado de acuerdo con la validez de un ítem éste puede ser incorporado al instrumento (Voutilainen & Liukkonen, 1995, citados en Hyrkás et al. (2003).

Ver : <https://www.revistaespacios.com/cited2017/cited2017-23.pdf> entre otra bibliografía.



PERÚ

Ministerio de Educación

Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria

Dirección de Documentación e Información Universitaria y Registro de Grados y Títulos

REGISTRO NACIONAL DE GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES

Graduado	Grado o Título	Institución
HUANCA BORDA, ANGEL ROSAN DNI 21414789	INGENIERO CIVIL Fecha de diploma: 08/01/1997 Modalidad de estudios: -	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA DE ICA <i>PERU</i>
HUANCA BORDA, ANGEL ROSAN DNI 21414789	BACHILLER EN INGENIERIA CIVIL Fecha de diploma: 07/08/96 Modalidad de estudios: PRESENCIAL Fecha matrícula: 28/11/1983 Fecha egreso: 20/04/1996	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA DE ICA <i>PERU</i>
HUANCA BORDA, ANGEL ROSAN DNI 21414789	MAGISTER EN INGENIERIA CIVIL MENCION GESTION Y GERENCIA DE LA CONSTRUCCION Fecha de diploma: 23/12/14 Modalidad de estudios: PRESENCIAL Fecha matrícula: 03/03/2004 Fecha egreso: 12/09/2006	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA DE ICA <i>PERU</i>

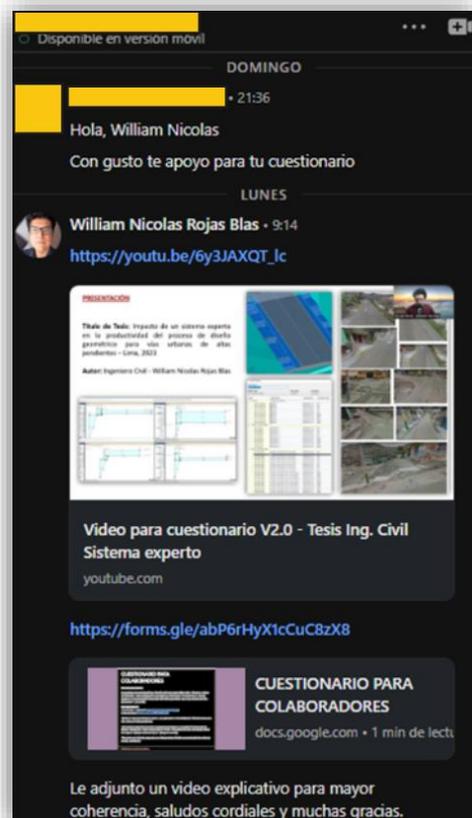
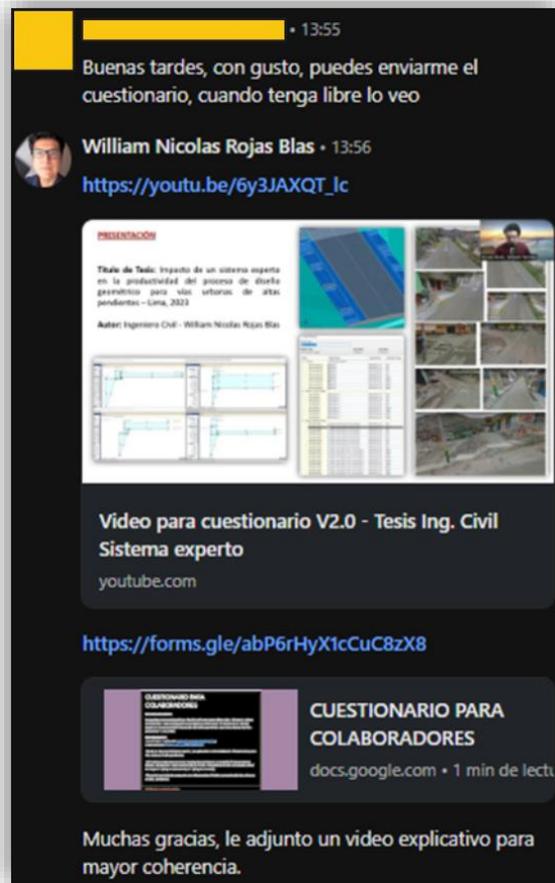
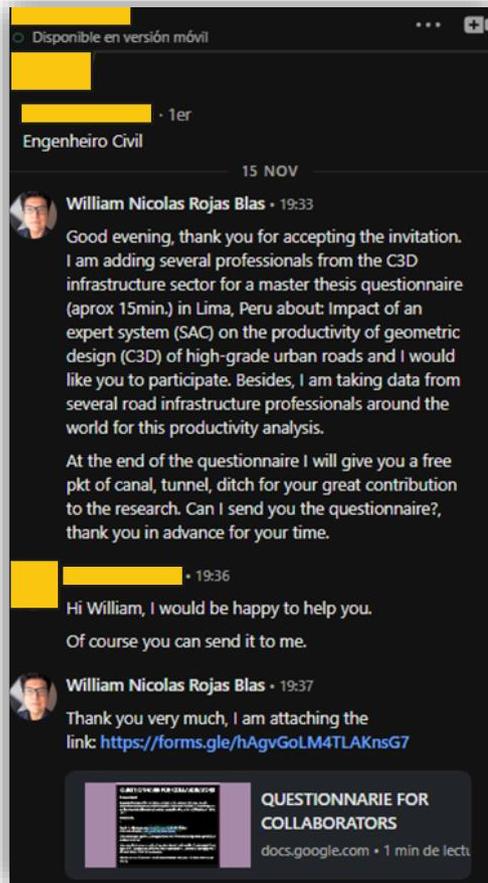
Anexo 4: Base de datos – Variable 1 (Productividad)

No	VARIABLE 1: PRODUCTIVIDAD													VARIABLE 1				V1
	V1DIM1				V1DIM2				V1DIM3		V1DIM4			DIM1	DIM2	DIM3	DIM4	
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13					
1	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	4	5	28	15	9	9	61
2	3	3	1	4	5	5	2	2	4	2	3	2	5	21	8	5	7	41
3	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	3	4	3	26	12	7	7	52
4	5	5	5	4	5	5	4	4	4	4	4	4	5	29	12	8	9	58
5	3	5	4	3	3	3	4	4	4	2	5	3	5	21	12	7	8	48
6	5	5	4	5	4	3	3	4	3	5	4	4	5	26	10	9	9	54
7	3	5	4	3	4	3	3	3	3	3	4	2	5	22	9	7	7	45
8	4	5	5	2	5	5	1	1	4	3	5	3	1	26	6	8	4	44
9	3	5	5	2	4	5	4	4	4	5	5	4	5	24	12	10	9	55
10	3	4	3	3	5	4	5	5	5	4	5	3	5	22	15	9	8	54
11	1	5	4	4	4	2	4	4	4	3	5	3	5	20	12	8	8	48
12	5	4	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	28	14	8	8	58
13	2	4	4	4	3	4	4	4	4	4	5	4	5	21	12	9	9	51
14	2	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	25	15	10	10	60
15	3	4	3	5	2	5	4	3	5	3	3	3	5	22	12	6	8	48
16	2	3	4	4	4	4	5	4	4	3	5	4	5	21	13	8	9	51
17	2	4	4	4	4	5	5	3	3	5	5	4	5	23	11	10	9	53
18	2	3	4	2	4	5	4	4	4	3	4	2	4	20	12	7	6	45
19	2	4	5	4	4	5	3	4	4	2	5	2	5	24	11	7	7	49
20	2	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	3	5	25	15	10	8	58
21	4	4	5	4	4	5	5	5	4	5	5	4	5	26	14	10	9	59
22	2	3	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3	5	20	11	8	8	47
23	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	30	15	10	10	65
24	3	3	5	4	4	5	2	4	5	3	5	3	5	24	11	8	8	51
25	5	4	3	5	3	5	4	4	3	3	5	4	5	25	11	8	9	53
26	3	4	4	4	4	5	3	4	4	3	4	3	5	24	11	7	8	50
27	4	4	4	3	4	5	3	3	4	3	4	3	4	24	10	7	7	48
28	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	27	15	10	10	62

Anexo 4: Base de datos – Variable 2 (Sistema experto)

No	VARIABLE 2: SISTEMA EXPERTO																	VARIABLE 2						V2	
	V2DIM1			V2DIM2			V2DIM3			V2DIM4			V2DIM5			V2DIM6			DIM1	DIM2	DIM3	DIM4	DIM5		DIM6
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17								
1	3	5	5	5	4	3	4	5	5	4	5	3	4	3	4	4	5	13	12	14	12	11	9	71	
2	4	2	4	5	4	2	3	5	2	4	4	2	4	4	3	3	4	10	11	10	10	11	7	59	
3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	11	12	12	12	12	8	67	
4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4	4	3	3	11	12	12	10	11	6	62	
5	3	4	5	5	4	2	3	4	4	3	4	4	3	3	3	3	4	12	11	11	11	9	7	61	
6	2	5	5	5	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	3	5	4	12	13	13	15	11	9	73	
7	2	2	2	2	3	3	3	5	5	3	4	5	4	3	4	2	4	6	8	13	12	11	6	56	
8	4	5	5	4	4	1	3	1	4	1	5	3	1	4	5	5	5	14	9	8	9	10	10	60	
9	3	5	5	4	5	3	5	5	5	3	5	4	4	3	3	4	5	13	12	15	12	10	9	71	
10	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	5	5	2	3	3	3	5	12	12	15	14	8	8	69	
11	4	5	5	4	4	3	5	5	5	4	5	5	3	3	3	3	5	14	11	15	14	9	8	71	
12	4	4	5	5	5	5	4	4	4	5	5	4	4	5	5	4	4	13	15	12	14	14	8	76	
13	3	4	4	4	3	3	4	4	4	3	3	5	3	3	4	5	5	11	10	12	11	10	10	64	
14	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	13	15	15	15	15	10	83	
15	1	2	4	1	4	3	1	5	2	4	3	5	2	3	5	2	4	7	8	8	12	10	6	51	
16	4	5	5	5	5	1	4	5	5	4	5	5	3	4	4	3	4	14	11	14	14	11	7	71	
17	4	4	5	4	5	4	4	4	5	4	4	5	2	3	4	4	5	13	13	13	13	9	9	70	
18	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	3	3	4	2	4	12	12	12	10	10	6	62	
19	3	4	4	5	3	3	4	4	5	2	5	5	1	2	4	2	4	11	11	13	12	7	6	60	
20	4	5	5	4	5	2	5	5	4	2	5	5	2	2	5	3	5	14	11	14	12	9	8	68	
21	4	3	5	3	4	4	5	5	5	4	5	5	4	4	3	4	5	12	11	15	14	11	9	72	
22	4	4	4	5	5	3	4	5	4	3	4	4	2	3	4	3	5	12	13	13	11	9	8	66	
23	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	15	14	14	15	15	10	83	
24	5	3	5	5	5	3	3	4	4	5	5	4	2	3	3	2	4	13	13	11	14	8	6	65	
25	4	5	5	5	5	5	3	3	5	4	5	5	4	4	3	4	5	14	15	11	14	11	9	74	
26	4	4	4	4	4	3	3	5	4	3	5	5	3	3	3	3	4	12	11	12	13	9	7	64	
27	5	4	4	5	4	3	3	5	5	3	5	5	3	3	3	3	5	13	12	13	13	9	8	68	
28	4	5	5	5	5	2	2	2	3	4	5	5	4	4	2	5	4	14	12	7	14	10	9	66	

Anexo 5: Capturas del proceso de cuestionario



CUESTIONARIO PARA COLABORADORES



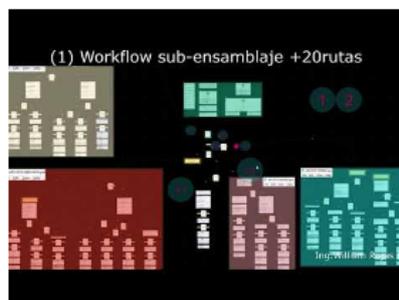
Estimado participante

Le agradezco con anticipación su elección en formar parte del estudio y ofrecer su valiosa contribución a esta investigación cuyo objetivo es determinar el impacto de un sistema experto en la productividad del proceso de diseño geométrico para vías urbanas de altas pendientes – Lima, 2023.

PROCEDIMIENTO

- Ver el video 1 explicación: https://youtu.be/6y3JAXQT_lc y 2 demostrativo: <https://youtu.be/9AebNdNsUaU>
- Donde se observa el sistema experto y su aplicación en el modelado de infraestructura para vías urbanas de alta pendientes.
- Se le solicita responder una serie de preguntas dividido en 2 variables (Productividad & Sistema Experto) por una duración total de 15 min. El cuestionario tiene una escala ordinal de rango de 1 (Muy en desacuerdo) al 5 (Muy de acuerdo).
- Recuerde que todas las preguntas son relacionados al diseño y proyectos de vías urbanas en altas pendientes.

Video demostrativo - Cuestionario



Nombre y apellidos: *

Texto de respuesta corta

AVISO DEL AUTOR

- NO se esta recopilando su dirección de correo electrónico, por otra parte sus datos "Nombre y apellidos" serán sucesivamente y definitivamente eliminados de la base de datos al finalizar esta investigación. Así como también al continuar acepta la recolección de sus respuestas y comentarios para uso científico.

- Por su interés en la investigación y motivación, he adjuntado sub-ensamblajes modelo al final del cuestionario. Recuerde responder de la manera más sincera y espontánea posible, teniendo presente que no existe una respuesta exacta o errónea.

Ing. William Nicolas Rojas Blas

Cualquier consulta se le responderá a la brevedad. Correo: william.rojasblas@gmail.com Celular(WhatsApp): +51 945484658 - Lima, Perú. Saludos cordiales.

ANEXO 6: Formulario Google – Instrumento de recolección de datos

Sección 2 de 4

VARIABLE 1: PRODUCTIVIDAD ✕ ⋮

Contiene 13 preguntas relacionadas a las dimensiones (1) Evaluación de zona de estudio (2) Alineamiento horizontal y vertical (3) Eficiencia (4) Eficacia.

P1. ¿Considera usted que los proyectos cuentan con toda la información antes de iniciar la fase de diseño geométrico? *

Muy en desacuerdo 1 2 3 4 5 Muy de acuerdo

P2. ¿Considera usted que el flujo de trabajo organizacional es adecuado para el proceso de diseño geométrico? *

Muy en desacuerdo 1 2 3 4 5 Muy de acuerdo

P3. ¿Considera usted que las herramientas informáticas para diseño geométrico que utiliza son indispensables? *

Muy en desacuerdo 1 2 3 4 5 Muy de acuerdo

P4. ¿Considera usted que el levantamiento topográfico para conseguir la información necesaria del proyecto es tratable? *

Muy en desacuerdo 1 2 3 4 5 Muy de acuerdo

P5. ¿Considera usted que la geomorfología original al trabajarla en gabinete genera superficies con triangulaciones variables en su forma de relieve? *

	1	2	3	4	5	
Muy en desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

P6. ¿Considera usted que, al generar la superficie del terreno a partir de la data topográfica, siempre se deben editar/corregir puntos y superficie? *

	1	2	3	4	5	
Muy en desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

P7. ¿Considera usted que es factible generar la propuesta del alineamiento horizontal respecto a linderos (lotizaciones u objetos limitantes)? *

	1	2	3	4	5	
Muy en desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

P8. ¿Considera usted que es factible generar la propuesta del alineamiento vertical respecto a la pendiente longitudinal del terreno? *

	1	2	3	4	5	
Muy en desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

P9. ¿Considera usted que es factible optimizar el perfil vertical con respecto al alineamiento horizontal acorde con la variabilidad del terreno? *

	1	2	3	4	5	
Muy en desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

P10. ¿Considera usted que los recursos (herramientas físicas/virtuales y talento humano) son ^{*} aprovechados eficazmente?

	1	2	3	4	5	
Muy en desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

P11. ¿Considera usted que el sistema experto propuesto reduciría el tiempo en la ejecución ^{*} del proceso de diseño geométrico?

	1	2	3	4	5	
Muy en desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

P12. ¿Considera usted que se cumplen las metas de proyecto con los recursos y tiempo ^{*} establecidos previo al inicio de la etapa de diseño?

	1	2	3	4	5	
Muy en desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

P13. ¿Considera usted que implementar un sistema experto ayuda a mejorar la calidad del ^{*} diseño geométrico?

	1	2	3	4	5	
Muy en desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				



VARIABLE 2: SISTEMA EXPERTO



Contiene 17 preguntas relacionadas a las dimensiones (5) Conocimiento (6) Sistema Experto (7) Nivel de impacto (8) Modelo digital (9) Parámetros (10) Calidad de diseño

P14. ¿Considera usted que posee comprensión arraigado a las herramientas de diseño geométrico? *

	1	2	3	4	5	
Muy en desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

P15. ¿Considera usted factible que su empleador le proporcione capacitaciones y/o charlas para entender un sistema experto? *

	1	2	3	4	5	
Muy en desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

P16. ¿Considera usted que además del cumplimiento de sus labores, añada aprender e implementar un sistema experto? *

	1	2	3	4	5	
Muy en desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

P17. ¿Considera usted que existen oportunidades de implementar un sistema experto en su centro de labores? *

	1	2	3	4	5	
Muy en desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

P18. ¿Considera usted que demuestra interés en el sistema experto aplicado al diseño geométrico de vías urbanas de altas pendientes? *

	1	2	3	4	5	
Muy en desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

P19. ¿Considera usted que existe un riesgo negativo al implementar un nuevo sistema a su flujo de trabajo actual? *

	1	2	3	4	5	
Muy en desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

P20. ¿Considera usted la facilidad de uso de la aplicación del sistema experto como factible? *

	1	2	3	4	5	
Muy en desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

P21. ¿Considera usted que el sistema experto mejora la precisión de la información expuesta en el modelo digital? *

	1	2	3	4	5	
Muy en desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

P22. ¿Considera usted que el sistema experto reduce los tiempos de revisión y aprobación de diseño? *

	1	2	3	4	5	
Muy en desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

P23. ¿Considera usted que la planimetría propuesta para vías urbanas de altas pendientes se elabora a la máxima exactitud? *

Muy en desacuerdo 1 2 3 4 5 Muy de acuerdo

P24. ¿Considera usted que Civil 3D representa ser una herramienta esencial en el proceso de modelado? *

Muy en desacuerdo 1 2 3 4 5 Muy de acuerdo

P25. ¿Considera usted que existen procesos repetitivos que podrían ser solucionados con sistemas expertos? *

Muy en desacuerdo 1 2 3 4 5 Muy de acuerdo

P26. ¿Considera usted que se identifican todos los parámetros al inicio de un diseño geométrico de vías urbanas de altas pendientes? *

Muy en desacuerdo 1 2 3 4 5 Muy de acuerdo

P27. ¿Considera usted que los parámetros brindados al inicio de proyecto son los indicados para su ejecución? *

Muy en desacuerdo 1 2 3 4 5 Muy de acuerdo

P28. ¿Considera usted que existe una ausencia de datos de parámetros? *

	1	2	3	4	5	
Muy en desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

P29. ¿Considera usted que se cumple con los criterios de calidad y tiempo de su entregable final de proyecto? *

	1	2	3	4	5	
Muy en desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

P30. ¿Considera usted que la mejora de calidad de diseño repercute positivamente en la extracción de información? *

	1	2	3	4	5	
Muy en desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

Después de la sección 3 Ir a la siguiente sección ▼

Sección 4 de 4

Muchas gracias por participar



Adjunto link de descarga para 3 subensamblajes:

<https://drive.google.com/file/d/1IXETsxRsh0ycNwI6citaqYpviWoMmRrz/view?usp=sharing>

Puede adjuntar consultas/comentarios (No es obligatorio). Termina dando **click en "Enviar"**

Texto de respuesta larga

INICIO GUÍA CALIFICACIÓN RENACYT WILLIAM NICOLAS ROJAS BLAS Manual de uso Cerrar Sesión

CONCYTEC CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

CTI Vitae Programa de Investigación y Desarrollo Científico y Tecnológico (antes DINA)

Bienvenido (a): WILLIAM NICOLAS ROJAS BLAS Menú del usuario

Datos Generales Experiencia Laboral **Formación Académica** Idiomas Líneas de Investigación Proyectos (I+D+i) Producción Tecnológica y/o Industrial Producción Científica Distinciones y premios

NOVEDADES

- El Curso de Conducta Responsable en Investigación *CRI* no es requisito para la calificación RENACYT. El URL es <https://vinculate.concytec.gob.pe/conducta-responsable-en-investigacion>.

PERFIL

WILLIAM NICOLAS ROJAS BLAS



Calificación, Clasificación y Registro de Investigadores

Solicitar Incorporación

Conducta Responsable en Investigación

Fecha: 18/10/2023

CONCYTEC evaluación-cr WILLIAM NICOLAS ROJAS BLAS

Conducta Responsable en Investigación

Área personal / Mis cursos / CRI / Conducta Responsable en Investigación / Evaluación Integral

Evaluación Integral

Muy importante:

- Tiene hasta dos oportunidades
- Cuando pulsa en el título "Examen final" aparece una ventana debe pulsar en el título "Intento resolver el cuestionario ahora.", luego aparece otra ventana debe pulsar en el título "Comenzar intento".
- Resuelva el examen
- Después de terminar el examen (ojo, solo después de terminar) debe pulsar recién en el botón "Enviar todo y terminar", luego aparece otra ventana debe pulsar en el botón que aparece la opción "Enviar todo y terminar".
- El tiempo que tendrá para desarrollar la prueba es de **60 minutos**.
- Debe concluir antes de los 60 minutos, de no hacerlo el sistema cerrará automáticamente su prueba y **calificará con "0"**.
- Por favor debe tomar todas las medidas del caso a fin de evitar cualquier contratiempo.
- Para aprobar el curso debe responder correctamente al menos el 70% de las preguntas (14 puntos).

Intentos permitidos: 4
 Límite de tiempo: 1 hora
 Método de calificación: Calificación más alta

Resumen de sus intentos previos

Intento	Estado	Calificación / 20,00	Revisión
1	Finalizado Enviado: Wednesday, 18 de October de 2023, 02:31	20,00	No permitido

Calificación más alta: 20,00 / 20,00.

Reintentar el cuestionario

Buscar 23°C Ventoso 18:38 24/12/2023