



Ciencias Holguín
ISSN: 1027-2127
revista@cigetholguin.cu
Centro de Información y Gestión Tecnológica de
Holguín
Cuba

Metodología para clasificar proyectos y servicios de diseño

Calzadilla-Dubras, Héctor; Cables-Batista, Moraima; Estrada-Cingualbres, Roberto A.; Martínez-Grave de Peralta, José Alejandro

Metodología para clasificar proyectos y servicios de diseño

Ciencias Holguín, vol. 28, núm. 1, 2022

Centro de Información y Gestión Tecnológica de Holguín, Cuba

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181570010006>

Esta licencia permite a otros entremezclar, ajustar y construir a partir de su obra con fines no comerciales, y aunque en sus nuevas creaciones deban reconocerle su autoría y no puedan ser utilizadas de manera comercial, no tienen que estar bajo una licencia con los mismos términos.



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Metodología para clasificar proyectos y servicios de diseño

Methodology for classifying design projects and services

Héctor Calzadilla-Dubras 1
Centro de Desarrollo de la Maquinaria Agrícola
(CEDEMA), Cuba
hcal@cedema.co.cu

 <https://orcid.org/0000-0003-3879-6086>

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181570010006>

Moraima Cables-Batista 2
Centro de Desarrollo de la Maquinaria Agrícola
(CEDEMA), Cuba
mcables@cedema.co.cu

 <https://orcid.org/0000-0002-0758-2336>

Roberto A. Estrada-Cingualbres 3
Universidad de Holguín, Cuba
roberto@uho.edu.cu

 <https://orcid.org/0000-0002-0616-3201>

José Alejandro Martínez-Grave de Peralta 4
Universidad de Holguín, Cuba
jose@uho.edu.cu

 <https://orcid.org/0000-0002-1422-1109>

Recepción: 21 Octubre 2021
Aprobación: 03 Diciembre 2021
Publicación: 31 Enero 2022

RESUMEN:

Dada la diversidad, cantidad, tamaño, temáticas, variabilidad de recursos, entornos y grado de dificultad de los proyectos que se desarrollan en las empresas del país, la evaluación de la complejidad de estos es un tema de importancia creciente. Para establecer

NOTAS DE AUTOR

- 1 M. Sc. Héctor Calzadilla-Dubras, <https://orcid.org/0000-0003-3879-6086>, hcal@cedema.co.cu, Ingeniero Mecánico en la Universidad de Holguín en 1993. Máster en CAD/CAM y Profesor asistente en la misma Universidad. Investigador auxiliar en el Centro de Desarrollo de Máquinas Agrícolas (CEDEMA), Cuba. Especialista en diseño 3d y análisis por elementos finitos. Desarrolla investigaciones encaminadas al diseño y desarrollo de máquinas agrícolas e industriales. Ha participado de varios eventos en este campo de investigación.
- 2 M. Sc. Moraima Cables-Batista, mcables@cedema.co.cu, <https://orcid.org/0000-0002-0758-2336> Ingeniera Mecánica Industrial en la Universidad de Holguín en 1992. Master en Gestión ambiental. Especialista en proyectos de desarrollo local del CEDEMA, Cuba. Apoya y organiza los trabajos de investigaciones encaminadas al diseño y desarrollo de máquinas agrícolas e industriales.
- 3 Dr. C. Roberto A. Estrada-Cingualbres, <https://orcid.org/0000-0002-0616-3201> roberto@uho.edu.cu, Ingeniero Mecánico y Doctor en Ciencias Técnicas. Posee la categoría docente de Profesor Titular. Especialista en Diseño 3D y análisis por elementos finitos. Profesor del Centro de estudios CAD/CAM. Ha desarrollado múltiples investigaciones en aplicaciones del MEF a la Ingeniería y la Biomecánica y ensayos experimentales. Ha participado de varios eventos en este campo de investigación.
- 4 M. Sc. Ing. José Alejandro Martínez-Grave de Peralta, <https://orcid.org/0000-0002-1422-1109>, jose@uho.edu.cu, Ingeniero Mecánico y Master en Máquinas Agrícolas en la Universidad de Holguín. Posee la categoría docente de Profesor Auxiliar. Profesor del departamento de Mecánica Aplicada de la Facultad de Ingeniería. Imparte las asignaturas de Resistencia de Materiales, Tecnología Mecánica, Diseño Mecánico, AutoCAD y Modelado de sólidos con el paquete SolidWorks. Ha desarrollado múltiples investigaciones en el campo del estudio, exploración y diseño de máquinas. Ha participado de varios eventos en este campo de investigación.

e identificar la misma, existen múltiples criterios, su correcta identificación conduciría la manera en que este debe ser dirigido. El trabajo que se presenta persiguió el objetivo de lograr uniformidad a la hora de clasificar las actividades de diseño del Centro de Desarrollo de la Maquinaria Agrícola (CEDEMA) de la provincia de Holguín, evaluados a partir de su nivel de complejidad. Se consultaron normas internacionales que rigen esta temática, se determinaron los factores que influyen sobre la complejidad de estos, se desarrolló una metodología de clasificación de proyectos aplicándose a varios ya realizados en el CEDEMA.

PALABRAS CLAVE: Proyecto, Diseño mecánico, Nivel de complejidad.

ABSTRACT:

Given the diversity, quantity, size, themes, variability of resources, environments and degree of difficulty of the projects that are developed in the country's companies, the evaluation of their complexity is a matter of growing importance. To establish and identify it, there are multiple criteria, its correct identification would guide the way in which it should be directed. The work presented pursued the objective of achieving uniformity when classifying the design activities of the Center for the Development of Agricultural Machinery (CEDEMA) in the province of Holguín, evaluated based on their level of complexity. International standards that govern this issue were consulted, the factors that influence their complexity were determined, a project classification methodology was developed and applied to several already carried out at CEDEMA.

KEYWORDS: Project, Mechanical design, Level of complexity.

INTRODUCCIÓN

El diseño mecánico es una rama del diseño que abarca no solamente el diseño del producto sino también los procesos involucrados para su fabricación lo que lo convierten en una disciplina compleja teniendo en cuenta la gran cantidad de información tanto cuantitativa como cualitativa, la complejidad del lenguaje, la complejidad en los gráficos que se utilizan y en la diversidad de metodologías las cuales no han sido completamente desarrolladas, todos estos elementos, para poder satisfacer cualquier tipo de necesidad, de una sociedad, de un mercado o de un conglomerado específico (Calzadilla et al., 2018).

El diseño, desde la ingeniería mecánica conlleva centrar la capacidad creadora hacia la transformación adecuada de los recursos disponibles pensando siempre en las limitaciones que ofrece la naturaleza, esto implica que el diseñador debe conocer a profundidad los fenómenos naturales que afectan el comportamiento de los cuerpos para proponer soluciones. El proceso de diseño mecánico es por sus características una tarea compleja que requiere una gran capacidad de análisis y síntesis para llegar fácilmente a una necesidad (Calzadilla et al., 2018).

En la actualidad el proceso de diseño en nuestras empresas se desarrolla a través de proyectos. Desde tiempo atrás han sido una práctica empresarial de aporte significativo para las organizaciones y de resultados importantes en general; es así como la gestión de proyectos se presenta como un factor clave para el éxito de los mismos y para alcanzar los objetivos estratégicos de las empresas (Cardona Meza, 2019).

Un proyecto se concibe como una operación de envergadura y complejidad notable, con unas fechas definidas de inicio y de finalización. Es un trabajo no repetitivo, que ha de planificarse y realizarse según unas especificaciones técnicas determinadas, con un presupuesto preestablecido y una organización temporal que incluye la participación de varias áreas de la empresa ejecutora y seguramente de terceros, organización temporal que se desmonta una vez termina el proyecto (Cardona Meza, 2019).

Identificar claramente la complejidad de un proyecto impactaría tanto su gestión que produciría un cambio importante en la manera en que este debe ser dirigido. Es así como el desarrollo de un proyecto podría variar desde la estabilidad y la predictibilidad hasta la inestabilidad y el fracaso. La búsqueda permanente de competitividad, de eficiencia, de velocidad impulsa a las organizaciones a predecir el nivel de esfuerzo que debe ser dedicado a la gestión de uno u otro tipo de proyectos, así como a establecer metodologías de evaluación de factores y decisiones sobre bases consistentes y objetivas (Cañas Mejía, 2015).

En el presente trabajo investigativo se desarrolló una metodología cuyo principal objetivo fue orientar a todos los especialistas del CEDEMA en como clasificar los trabajos a realizar por la UEB de Innovación y

Desarrollo de la entidad, teniendo en cuenta también que puede servir, además, de referencia para unificar las normativas de tiempo de los referidos trabajos. Para ello se consultaron varias normas internacionales, fundamentalmente “La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)”, con el objetivo de que exista uniformidad en la clasificación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño como tarea consiste en pensar o idear y describir una estructura que aparece como una portadora de características deseadas; el diseño como proceso consiste en transformar información de las condiciones, necesidades y requisitos a la descripción de una estructura que las satisfaga (Raffino, 2020). De esta manera, se podría entender al individuo que diseña, como un medio de transformación de información, que proviene inicialmente del cliente, pero que se alimenta también de conocimiento propio del diseñador y conocimiento adquirido durante el proceso, para dar lugar a una estructura imaginada que una vez hecha realidad, confirma las características con las que se pensó (Azim, 2010).

Sobre la base de esto se crea un proyecto de ingeniería que puede tener determinada complejidad (Garriga Rodríguez, 2014).

En la “Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos” (Guía del PMBOK - Project Management Body of Knowledge -) del Project Management Institute, Pennsylvania, EE.UU. se identifican un subconjunto de fundamentos para la dirección de proyectos generalmente reconocido como buenas prácticas.

En esta guía se realiza una evaluación de los proyectos en función de las áreas de conocimiento con preguntas específicas acerca del esfuerzo, el presupuesto, la incertidumbre, los recursos, la tecnología, las diferencias culturales y el nivel de liderazgo, entre otras.

Factores que influyen sobre la complejidad de los proyectos

Son muchos los factores que influyen sobre la complejidad de los proyectos, y muchos investigadores han definido diversas formas de clasificarlos (Moreno Escobar, 2015). En este caso se clasifica la complejidad de los proyectos sobre la base de las áreas de conocimiento del PMBOK antes mencionado, obteniéndose tres niveles de complejidad (Baja, Mediana y Alta) lo cual sirve de base para aplicar prácticas avanzadas de gestión que simplifiquen la complejidad de los proyectos (Pacheco, 2015) (Ramírez Hidalgo, 2019) (Poveda et al., 2018).

A continuación, se resumen los factores que determinan la complejidad de un proyecto en cada área de conocimiento, aplicados a los proyectos de diseño en la ingeniería mecánica:

1. Integración

- 1.1. El entorno del proyecto es cambiante y de mucha incertidumbre.
- 1.2. Dificultad para determinar los beneficios del proyecto y justificarlo.
- 1.3. Dificultad en integrar las distintas especialidades o disciplinas que son necesarias en el proyecto

2. Alcance

- 2.1. El alcance del proyecto es amplio con muchas áreas de trabajo, módulos, elementos.
- 2.2. Existe dificultad para definir los requerimientos del proyecto.
- 2.3. El alcance involucra diversas especialidades, las cuales pueden ser mecánica, eléctrica, seguridad, medio ambiente, civil, etc.
- 2.4. Nivel de cambios en los requerimientos durante el desarrollo del proyecto (estabilidad de los requerimientos)

3. Tiempo

3.1. El cronograma del proyecto involucra a diferentes especialidades con diferentes complejidades.

3.2. Existe dependencia relevante respecto de otros proyectos que pueden impactar en el cronograma de este proyecto. Esto lo hace dependiente de otro proyecto lo cual puede retrasar el cronograma de entrega.

3.3. Dificultad para obtener estimados de duración. Se dispone de pocas referencias.

3.4. Se dispone de un tiempo inferior al necesario para hacer el proyecto.

4. Costo

4.1. Dificultad para obtener estimados de costo. Se dispone de pocas referencias.

4.2. Existe el peligro de que durante el proyecto exista inflación o se deprecie la moneda.

4.3. El proyecto será financiado por varias entidades con buena o limitada solvencia.

4.4. Existe dificultad para planificar el flujo de caja del proyecto y cumplirlo.

5. Calidad

5.1. Nivel de exigencia de los requerimientos de calidad del proyecto.

5.2. Delimitar si se requiere de pruebas especiales con equipos especiales y/o simulación de condiciones especiales que garanticen la calidad.

6. RR.HH.

6.1. El proyecto involucra a gran cantidad de participantes claves y multidisciplinarios.

6.2. Ciertos recursos claves del proyecto son compartidos con otros proyectos o dependen de ese.

6.3. Nivel de motivación de los integrantes del proyecto y comprometidos con el éxito del mismo.

6.4. Nivel de preparación o competencia técnica de los integrantes del proyecto.

7. Comunicaciones

7.1. Nivel de comunicación entre los integrantes del proyecto.

7.2. Nivel de comunicación con otros participantes claves que se encuentren en otras instituciones de la misma provincia, de otras e inclusive de otros países.

7.3. Nivel de interés de actores externos que necesitan del proyecto (gobierno, políticos, ONGs, etc.).

7.4. Nivel de dificultad en la toma de decisiones a lo largo del proyecto por dificultades para lograr consenso.

8. Riesgos

8.1. Riesgos asociados a fallos en la utilización de las nuevas tecnologías.

8.2. Riesgo del cliente y/o usuario (falta de experiencia, pobre definición de requerimientos, cambios continuos, etc.)

8.3. Riesgos con los proveedores, contratistas, condiciones del mercado.

8.4. Riesgos de RR.HH. fuga de personal, falta de experiencia de los participantes, desmotivación, retraso en el proyecto por ausencias de los integrantes, etc.

9. Recursos

9.1. Cantidad de contratos y/o adquisiciones para ejecutar el proyecto.

9.2. Nivel de experiencia de los proveedores, contratistas, etc.

9.3. Posibles limitaciones en la obtención de materiales para fabricación u otros por la escasez de ofertas ya sea de procedencia nacional o extranjera.

Modelo de simplificación de la complejidad de los proyectos

- 1.
- 2.
- 2.1
- 2.2

Evaluación del nivel de complejidad

Para establecer el nivel de complejidad de los proyectos se evalúa cada uno de los factores de complejidad por área de conocimiento usando un sistema de calificación que va desde 1 (muy bajo) hasta 5 (muy alto). Con él se obtiene una calificación de complejidad por área de conocimiento que permitirá determinar el nivel de complejidad general (Baja, Mediana y Alta) del proyecto.

Los rangos de los niveles de complejidad (determinados empíricamente sobre la base de la experiencia práctica de PMBOK) se definen como:

BAJA (B)	< 2.5
MEDIANA (M)	2.6 - 3.5
ALTA (A)	3.6 - 5.0

RESULTADOS

Se toman como referencia tres tipos de proyectos que son típicos de trabajar en la entidad (Ejemplos prácticos aplicados a proyectos realizados en el CEDEMA).

Proyecto P-A = Sembradora Abonadora de granos S3-19 (Ver Figura 1a)

- Equipo con pocos subconjuntos y piezas, totalmente mecánico.

Proyecto P-B = Diseño de remolque para desechos sólidos RDS (Ver Figura b)

- Equipo con varios subconjuntos y piezas, necesita de especialistas mecánicos y en menor medida de eléctrico e hidráulico

Proyecto P-C = Cosechadora de caña CCA-5500 (Ver Figura c)

- Equipo con elevada cantidad de subconjuntos y piezas, necesita de especialistas mecánicos, eléctrico, hidráulico y en automatización.

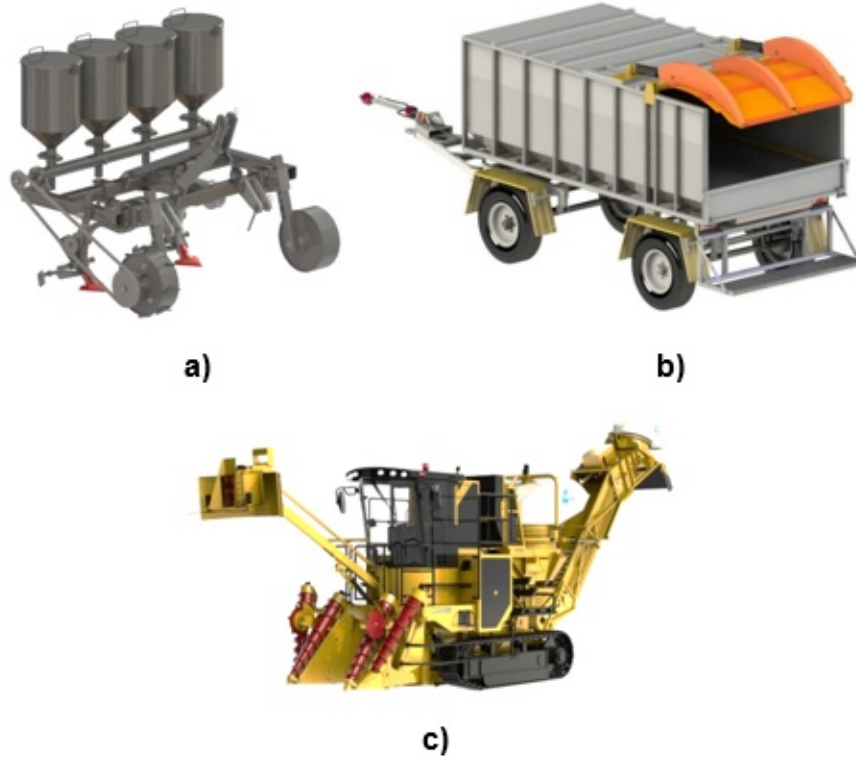


FIGURA 1.
Equipos agrícolas, Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 1, se muestra el nivel de complejidad de los proyectos antes mencionados teniendo en cuenta cada uno de los factores de complejidad por área de conocimiento explicados anteriormente.

TABLA 1.
Factores que determinan la complejidad de un proyecto en cada área de conocimiento aplicados a 3 proyectos típicos elaborados en el CEDEMA.

INDICADORES		EVALUACIÓN		
		P-A	P-B	P-C
1. INTEGRACIÓN				
1.1	El entorno del proyecto es cambiante y de mucha incertidumbre.	2	3.5	4.5
1.2	Dificultad para determinar los beneficios del proyecto y justificarlo.	3	4	5
1.3	Dificultad en integrar las distintas especialidades o disciplinas que son necesarias en el proyecto.	0	3.5	5
TOTAL PROMEDIO INTEGRACIÓN		1.67	3.67	4.83
2. ALCANCE				
2.1	El alcance del proyecto es amplio con muchas áreas de trabajo, módulos, elementos.	0	3.5	5
2.2	Existe dificultad para definir los requerimientos del proyecto.	1	2	3
2.3	El alcance involucra diversas especialidades, las cuales pueden ser mecánica, eléctrica, seguridad, medio ambiente, civil, etc.	0	3.5	5
2.4	Nivel de cambios en los requerimientos durante el desarrollo del proyecto (estabilidad de los requerimientos).	0	2.5	3.5
TOTAL PROMEDIO ALCANCE		0.25	2.88	4.13
3. TIEMPO				
3.1	El cronograma del proyecto involucra a diferentes especialidades con diferentes complejidades.	0	3.5	5
3.2	Existe dependencia relevante respecto de otros proyectos que pueden impactar en el cronograma de este proyecto. Esto lo hace dependiente de otro proyecto lo cual puede retrasar el cronograma de entrega.	0	3	4
3.3	Dificultad para obtener estimados de duración. Se dispone de pocas referencias.	1	2	3
3.4	Se dispone de un tiempo inferior al necesario para hacer el proyecto.	2	2.5	3.5
TOTAL PROMEDIO TIEMPO		0.75	2.75	3.88
4. COSTO				
4.1	Dificultad para obtener estimados de costo. Se dispone de pocas referencias.	1	2	3
4.2	Existe el peligro de que durante el proyecto exista inflación o se deprecie la moneda.	3	3.5	4.5
4.3	El proyecto será financiado por varias entidades con buena o limitada solvencia.	2	3	4
4.4	Existe dificultad para planificar el flujo de caja del proyecto y cumplirlo.	1	2	3.5
TOTAL PROMEDIO COSTO		1.75	2.63	3.75
5. CALIDAD				
5.1	Nivel de exigencia de los requerimientos de calidad del proyecto.	1	3	4
5.2	Delimitar si se requiere de pruebas especiales con equipos especiales y/o simulación de condiciones especiales que garanticen la calidad.	0	2.5	5
TOTAL PROMEDIO CALIDAD		0.5	2.75	4.5
6. RR.HH.				
6.1	El proyecto involucra a gran cantidad de participantes claves y multidisciplinarios.	1	3.5	5
6.2	Ciertos recursos claves del proyecto son compartidos con otros proyectos o dependen de ese.	0	3	5
6.3	Nivel de motivación de los integrantes del proyecto y comprometidos con el éxito del mismo.	1	3	4
6.4	Nivel de preparación o competencia técnica de los integrantes del proyecto.	0	2.5	3.5
TOTAL PROMEDIO RR.HH.		0.5	3.0	4.38
7. COMUNICACIONES				
7.1	Nivel de comunicación entre los integrantes del proyecto.	0	2.5	4
7.2	Nivel de comunicación con otros participantes claves que se encuentren en otras instituciones de la misma provincia, de otras e inclusive de otros países.	1	2.5	4
7.3	Nivel de interés de actores externos que necesitan del proyecto (gobierno, políticos, ONGs, etc.).	0	2	3.5
7.4	Nivel de dificultad en la toma de decisiones a lo largo del proyecto por dificultades para lograr consenso.	0	3	4
TOTAL PROMEDIO COMUNICACIONES		0.25	2.5	3.88
8. RIESGOS				
8.1	Riesgos asociados a fallos en la utilización de las nuevas tecnologías.	2	3.5	4.5
8.2	Riesgo del cliente y/o usuario (falta de experiencia, pobre definición de requerimientos, cambios continuos, etc.).	1	1	2.5
8.3	Riesgos con los proveedores, contratistas, condiciones del mercado.	2	3	4
8.4	Riesgos de RR.HH.: fuga de personal, falta de experiencia de los participantes, desmotivación, retraso en el proyecto por ausencias de los integrantes, etc.	3	3.7	4.5
TOTAL PROMEDIO RIESGOS		2.0	2.8	3.88
9. RECURSOS				
9.1	Cantidad de contratos y/o adquisiciones para ejecutar el proyecto.	1	3	5
9.2	Nivel de experiencia de los proveedores, contratistas, etc.	0	2	3
9.3	Posibles limitaciones en la obtención de materiales para fabricación u otros por la escasez de ofertas ya sea de procedencia nacional o extranjera.	3	3	5
TOTAL PROMEDIO RECURSOS		1.33	2.67	4.33
EVALUACIÓN GENERAL		1.00	2.85	4.17

De la evaluación general obtenida de los 3 proyectos típicos elaborados en el CEDEMA, y teniendo en cuenta lo indicado en cuanto a los niveles de complejidad, se resume que los mismos se pueden considerar como:

Proyecto	Evaluación	Complejidad
Sembradora Abonadora de granos S3-19	1.00	BAJA
Diseño de remolque para desechos sólidos RDS	2.85	MEDIANA
Cosechadora de caña CCA-5500	4.17	ALTA

Proyectos y servicios de diseño en el CEDEMA

Existiendo ya una metodología que evalúa el nivel de complejidad de los proyectos elaborados en la entidad, se impone hacer una agrupación de los proyectos más representativos, para ello se denotan los tiempos reales empleados en la elaboración del proyecto y/ servicio de diseño, así como la cantidad de participantes en los mismos, aspectos estos que forman parte de los factores de complejidad por área de conocimiento analizados en este trabajo y que contribuyen a dar como resultado la clasificación del nivel de complejidad de los mismos.

Este análisis se refleja en la Tabla 2

TABLA 2.
Proyectos y Servicios de Diseño de Ingeniería Inversa que se toman como referencia para la clasificación

Número de P/SDII	C P	Etapas (meses)						Nivel de complejidad		
		I	II	III	IV	V	VI	B	M	A
1	3	1	1.5	3	-	-	-	X		
2	2	1	1.5	3	-	-	-	X		
3	2	1	1.5	3	-	-	-	X		
4	2	1	1.5	3	-	-	-	X		
5	2	0.5	0.5	2	0.5	1	-	X		
6	3	2	2.5	5	-	-	-		X	
7	6	1.5	2	5	2	3	1		X	
8	3	2	2.5	4	-	-	-		X	
9	3	2	2.5	4	-	-	-		X	
10	2	2	1	5.5	-	-	-		X	
11	4	1.5	2.5	5	-	-	-		X	
12	4	1.5	2.5	5	-	-	-		X	
13	2	1.5	2	3	-	-	-		X	
14	3	2	2	8	-	-	-		X	
15	8	2.5	3	8	-	-	-			X
16	8	2.5	3	8	-	-	-			X
17	5	1	1.5	4	3	2.5	2			X
18	3	1.5	1.5	4	5	4	2			X
19	5	2	2	6	-	-	-			X
20	5	1.5	1.5	6	4	2	-			X
21	8	1.5	2	4	-	-	-			X
22	5	2.5	3	6	-	-	-			X
23	5	3	3	9	-	-	-			X
24	5	3	3	9	-	-	-			X
25	8	2	2	6	-	-	-			X
26	8	1.5	2	6	-	-	-			X
27	7	2	2	6	6	3	2.5			X

Leyenda: C P- Cantidad de Participantes

Etapa I = Investigación teórica

Etapa II = Proposición técnica

Etapa III = Elaboración de documentación de trabajo

Etapa IV = Atención a la fabricación

Etapa V = Validación del diseño

Etapa VI = Control de los cambios del diseño

Nota: Las celdas de la Etapas indicadas con guion (-) significa que no se ha ejecutado.

Título de los Proyectos (P) o Servicios de Diseño Ingeniería Inversa (SDII)

1. Diseño de implementos de preparación de suelos para la postcosecha del marabú.
2. Cultivadores
3. Surcadores
4. Subsoladores
5. Sembradora Abonadora de granos
6. Diseño de remolque para desechos sólidos
7. Diseño y Desarrollo de MINI-INDUSTRIA de materiales de construcción para producciones locales
8. Diseño de chapeadora multipropósito
9. Diseño de Molino Triturador de Vidrio
10. Sembradora fertilizadora en línea
11. Fertilizador a Voleo
12. Niveladores
13. Gradás
14. Desarrollo de familia de equipos para la ganadería (segadora rotativa, rastrillo hilerador de hierba, sembradora fertilizadora de pastos, silocosechadora, empacadora de heno y chapeadora rotativa)
15. Diseño cosechadora integral de marabú
16. Diseño de cosechadora cañera cubana CCA-5000
17. Rodaje sobre esteras para cosechadora cañera cubana CCA 5500
18. Diseño de cosechadora cañera cubana CCA-6000
19. Diseño de transporte basculante para biomasa
20. Diseño de transporte intermedio para la cosecha de arroz TPA 3500
21. Diseño de Cosechadora Cañera Cubana sobre estera CCA-6500
22. Desarrollo de cosechadora integral de granos
23. Planta para briquetas de carbón
24. Planta para triturar escorias de acero
25. Desarrollo de cosechadora de granos cubano CGC-6
26. Diseño de Cosechadora de Sal Marina
27. Diseño de transporte intermedio para la cosecha de arroz TPA 7000

Propuesta de clasificación para proyectos y servicios de diseño a aplicar en el CEDEMA

Luego de haber examinado los proyectos y/o servicios de diseño más representativos realizados en el CEDEMA, se puede proceder a hacer un resumen de los mismos, de manera tal que esta clasificación ayude a delimitar rápidamente que tipo de trabajo se pretende contratar a la entidad (Ver Tabla 3)

TABLA 3.
Proyectos y servicios de diseño que se toman como referencia para la clasificación

No	Proyecto o Servicio	CP	Etapas (meses promedio)						Nivel de complejidad		
			I	II	III	IV	V	VI	B	M	A
1	Proyecto / Servicio sencillo	2	1	1.5	3	1	1	0.5	X	-	-
2	Proyecto / Servicio de equipo o conjuntos de equipos que conforman un proyecto	6	1.5	2	5	4	3	2	-	X	-
3	Proyecto / Servicio diseño ing. inversa	3	2	2.5	4.5	2	1.5	1	-	X	-
4	Proyecto / Servicio Diseño Ing. Inversa con Aportes	4	1.5	2.5	5.5	2	1.5	1	-	X	-
5	Servicio diseño ing. inversa con aportes más complejos	8	3	3	8	2	1.5	1	-	-	X
6	Proyecto Cosechadoras o Transportes que parten de cero.	8	2.5	3	8	6	3	2.5	-	-	X
7	Proyecto Cosechadoras o Transportes que son familia (continuidad)	6	2	2	5	4	3	2	-	-	X
8	Plantas industriales que parten de cero	6	3	3	9	5	4	2.5	-	-	X
9	Plantas industriales que son familia (continuidad)	5	2	2	7	4	3	2	-	-	X

Los estimados de tiempos de las diferentes etapas de los proyectos / servicios están en correspondencia con la cantidad de participantes en el proyecto. De ser necesario, estos números pueden variar en dependencia de si trabajan más o menos cantidad de especialistas.

CONCLUSIONES

Se estudiaron los factores que influyen sobre la complejidad de los proyectos, y las diversas formas de clasificarlos sobre la base de las áreas de conocimiento del PMBOK, obteniéndose tres niveles de complejidad (Baja, Mediana y Alta) lo cual sirve de base para aplicar prácticas avanzadas de gestión que simplifiquen la complejidad de los proyectos. Este estudio permitió establecer la metodología para clasificar los proyectos y servicios de diseño del Centro de Desarrollo de la Maquinaria Agrícola (CEDEMA) de la provincia de Holguín lo que facilita lograr la uniformidad a la hora de clasificarlos y ser evaluados a partir de su nivel de complejidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anyosa Soca, V. (2008). Simplificando la complejidad de los proyectos. Paper presented at PMI® Global Congress 2008 —Latin America, São Paulo, Brazil. Newtown Square, PA: Project Management Institute. <https://www.pmi.org/learning/library/simplifying-project-complexity-nine-areas-7076>
- Azim, S. W. (2010). Understanding and Managing Project Complexity. [Tesis de doctorado, The University of Manchester] https://www.research.manchester.ac.uk/portal/files/54506349/FULL_TEXT.PDF
- Calzadilla Dubras, H., Doimeadios Pérez, G., Estrada Cingualbres, R., Martínez Grave de Peralta, J. A. (2018). *La nueva ingeniería inversa y su aporte como pequeño motor impulsor de la industria 4.0 en Cuba*. 3ra Convención y exposición internacional de la industria cubana "Cubaindustria 2018", III Congreso de la Metalmecánica, La Habana, Cuba.
- Cañas Mejía, G. (2015). Del análisis de complejidad a la gestión de riesgos en proyectos. *Revista Ciencias Estratégicas*, 23(34), 249-264. <https://www.redalyc.org/pdf/1513/151350864007.pdf>
- Cardona Meza, L. (2019). Gestión de Proyectos Complejos: Perspectiva desde la Complejidad. [Tesis de Doctorado no publicada]. Universidad Nacional de Colombia.
- Garriga Rodríguez, A. (2014). ¿Qué es un proyecto? Definición de proyecto y características. <https://www.recursoenprojectmanagement.com/definicion-de-proyecto/>

- Global Alliance for Project Performance Standards (GAPPS). (2007). A Framework for Performance Based Competency Standards for Global Level 1 and 2 Project Managers. <https://cupdf.com/document/gapps-project-manager-v1-7a-301007-a4docdoc.html>
- Moreno Escobar, B., Martínez Montes, G., Alegre Bayo, F. J. (2015). La complejidad en los proyectos de ingeniería. Una aproximación a la dimensión social desde el estudio de un caso. XIX Congreso Internacional de Dirección e Ingeniería de Proyectos, Granada, 0227-0240. <https://www.aeipro.com/es/repository/func-startdown/4511/lang.es-es/>
- Pacheco, L. (2015). Clasificación de Proyectos según su Complejidad. <https://es.linkedin.com/pulse/clasificación-de-proyectos-según-su-complejidad-leandro>
- Project Management Institute (2017). *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos* (Guía del PMBOK) sexta edición. https://www.academia.edu/37404496/PMBOK_6ta_Edición_Español
- Poveda-Bautista, R., Diego-Mas, J.A., Leon-Medina, D. (2018). Measuring the Project Management Complexity: The Case of Information Technology Projects. *Complexity*, <https://doi.org/10.1155/2018/6058480> <https://downloads.hindawi.com/journals/complexity/2018/6058480.pdf>
- Raffino, M. (2020). Concepto de Proyecto. <https://concepto.de/proyecto/>
- Ramírez Hidalgo, E. (2019). ANEXO N° 10 Criterios para determinar la clasificación del nivel de complejidad de los proyectos de inversión. https://docplayer.es/115527183-Anexo-n-10-criterios-para-determinar-la-clasificacion-del-nivel-de-complejidad-de-los-proyectos-de-inversion.html#download_tab_content