UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Facultad de Ingeniería - Escuela de Ingeniería Mecánica

*Plan de Licenciatura en Ingeniería Mecánica*

**Acá se inserta el título del trabajo final de graduación**

*Proyecto de Graduación propuesto por*

Nombre y apellidos proponente 1

Nombre y apellidos proponente 2

11 de marzo de 2021

**Resumen**

Redactar acá el resumen del anteproyecto del Trabajo Final de Graduación (TFG), que debe concentrarse en su contenido que es relativamente corto, por lo que deberá tener una extensión de entre 75 a 100 palabras y cubrir el propósito del trabajo, la metodología general y los resultados esperados. Se pueden mencionar las empresas o instituciones que estarán directamente relacionadas con la propuesta y las posibilidades de patrocinio o financiamiento.

1. **Marco teórico preliminar y antecedentes**

Para las modalidades de TFG de Proyecto de Graduación (PG) y Tesis de Graduación (TG), esta sección viene a ser una versión preliminar del marco teórico por cuanto debe establecer sintéticamente los aspectos fundamentales y mencionar el estado actual del conocimiento de los temas que son pertinentes a los objetivos del trabajo. Se espera que tenga una extensión de 600 a 900 palabras.

En el caso de la modalidad de TFG de práctica dirigida de graduación (PDG), esta sección se omite para efectos del anteproyecto.

1. **Sinopsis del estado del conocimiento**

Para la modalidad de TFG de Seminario de Graduación (SG), en lugar de marco teórico se elabora un recuento del estado del conocimiento reciente relativo al tema, por lo que deberá centrarse en publicaciones y avances recientes. Esto es porque al ser una investigación relativamente compleja por ser un grupo de trabajo de cuatro a seis personas, se pretende que haya un aporte de novedad. El estilo y enfoque es similar al que se utiliza en la sección de estado del conocimiento en artículos científicos contemporáneos y deberá tener una extensión de entre 600 y 900 palabras.

1. **Modalidad de Trabajo Final de Graduación**

En esta sección se enuncia con claridad a qué modalidad se propone acoger el anteproyecto (proyecto de graduación, tesis de graduación, seminario de graduación, práctica dirigida de graduación) y se justifica con debido detalle por qué se ha optado por esa modalidad.

1. **Descripción del lugar de trabajo**

Esta sección sólo aplica para el caso de práctica dirigida de graduación. Se enuncia el nombre del lugar de trabajo, la actividad comercial que realiza y la naturaleza del puesto que desempeña el estudiante como empleado. También debe describir puntualmente el tipo de tareas que regularmente se le asignan labores regulares que el proponente lleva a cabo en su puesto. Se espera que esta sección tenga una extensión de 200 a 400 palabras.

1. **Labores previstas durante la práctica dirigida**

Esta sección sólo aplica para el caso de práctica dirigida de graduación. Si bien la PDG por definición implica que se hace en el contexto de las labores ordinarias del estudiante como empleado de la entidad para la que trabaja, esta sección se distingue de la anterior en que debe especificar explícitamente las labores que realizará como parte de esta práctica. Se espera que las actividades no sean demasiado dispersas, sino que tengan cierta coherencia para que del proceso de PDG haya un resultado integral y académicamente pertinente.

Se espera que esta sección la compongan varios tipos de labores y puede presentarse en forma de lista siempre que esté claramente definida la naturaleza y alcance de las actividades que se mencionan.

1. **Justificación**

En esta sección se debe explicar, en forma concisa (de 200 a 400 palabras), los eventos \textit{locales} que llevaron a quienes proponen el anteproyecto y por qué se considera pertinente y necesario llevar a cabo el TFG que se propone. La justificación comprende, entre otros, la oportunidad del desarrollo que se presentó, la necesidad que estaba presente, y el marco legal y financiero en que se podrá desarrollar. No se mencionan antecedentes de índole teórico o práctico, dado que esos aspectos van en la sección de \textit{Marco teórico y antecedentes}.

1. **Objetivos**

**Objetivo general**. Se enuncia el objetivo general, que describe en una única oración el concepto central de la propuesta, preferiblemente sin necesitar explicaciones adicionales para un experto en el área. Una forma convencional y cómoda para redactarlas es estructurarlo en tres partes: el qué se va a hacer, cómo se va a hacer y para qué se va a hacer.

Los **objetivos específicos** se presentan en formato de viñetas que por lo general son aquellos aspectos que contribuyen al objetivo general o son parte de él. También pueden agregarse objetivos que, sin contribuir directamente al objetivo general, son indispensables y su relación es por necesidad metodológica según el tema particular que se desarrolla.

* Insertar enunciado del objetivo específico 1
* Insertar enunciado del objetivo específico 2
* Insertar enunciado del objetivo específico 3
* Insertar enunciado del objetivo específico 4
* Insertar enunciado del objetivo específico 5

Se espera que sean entre cuatro y siete objetivos específicos según la naturaleza del TFG, pero queda a criterio del comité asesor.

Precisamente por su carácter contributivo, es fácil cometer el error de redactar los objetivos específicos como si fueran pasos concretos para lograr el objetivo general, pero esto en realidad sería la metodología. Los objetivos específicos son hitos, no labores específicas, que se necesitan ir completando para que se pueda cumplir con el objetivo general.

1. **Metodología**

En el anteproyecto de **proyecto de graduación** y **tesis de graduación** la metodología se describe como dos o tres bloques de unos cinco a diez pasos cada uno, pero lo ideal es que está tan conciso como sea posible en consideración que es prematura establecer una metodología definitiva. Si bien esto depende mucho del estilo de investigación que prefiera la persona estudiante y su comité asesor, un buen punto de partida para elaborar esta sección que describe la metodología general es desglosar cada uno de los objetivos en tres a cinco pasos metodológicos. Sin embargo, la estructura de la metodología y su extensión puede variar mucho según el tema del TFG.

A la hora de elaborar esta sección, conviene considerar para cada paso metodológico el por qué se requiere, qué se espera obtener, y en qué consiste. En el anteproyecto se espera que tenga una extensión de unos diez a veinte pasos metodológicos, pero el comité asesor es quien define el diseño metodológico mejor adaptado a los objetivos y propósito del TFG.

1. **Metodología y etapas de desarrollo de la investigación**

Esta sección es únicamente para **seminario de graduación**, y es especialmente importante dado que se trata de un grupo de trabajo que debe actuar de manera coordinada en el transcurso de la ejecución de la investigación para completar de manera satisfactoria y en el tiempo previsto los objetivos del TFG. A la hora de elaborar esta sección, conviene considerar para cada paso metodológico el por qué se requiere, qué se espera obtener, y en qué consiste.

Dada su mayor complejidad, se espera que tenga una extensión de unos quince a treinta pasos metodológicos, pero el comité asesor es quien define el diseño metodológico mejor adaptado a los objetivos y propósito de la investigación asociada al TFG.

1. **Aportaciones y productos esperados**

Esta sección aplica para **proyecto de graduación** y para **tesis de graduación**. Se menciona de manera explícita los productos materiales novedosos **de autoría original** que resultarán del proceso, aparte del informe final de TFG. Sin ser una lista exhaustiva ni exclusiva, se podrán contar, por ejemplo, los siguientes tipos de producto:

* Diagramas de construcción y planos de taller,
* Listas de materiales, componentes y equipos,
* Diagramas de flujo para proceso,
* Propuestas de patentes,
* Código fuente de programación,
* Diagramas de control para procesos o maquinaria,
* Manuscritos de artículos técnicos publicables,
* Memorias de cálculo razonadas,
* Protocolos de mantenimento,
* Protocolos de gestión de la información y documentación,
* Protocolos de gestión de proyectos,
* Procedimientos y metodologías,
* Documentos de especificaciones técnicas,
* Procedimientos de calibración,
* Manuales de operación, ensamble o diagnóstico,
* Demostraciones de cálculo, ecuaciones o teoremas,
* Bases de datos de mediciones,
* Cualquier otro material de autoría original con relación directa a los objetivos del TFG.

Es muy importante tener en mente que no cualquier producto material implica necesariamente una componente de novedad\footnote{Por ejemplo, si bien los planos de taller para construir una máquina de diseño original son un aporte (por la originalidad de la máquina), elaborar planos de taller para una serie de componentes que no son de diseño original es una labor rutinaria puramente técnica, por lo que aunque se trata de trabajo meritorio, no implica aporte intelectual.}; para que pueda considerarse como un aporte, debe ser inmediatamente evidente o bien hay que especificar la novedad que implica.

1. **Productos y material publicable esperado**

Esta sección aplica solo para seminario de graduación, y se menciona de manera explícita los productos materiales **de autoría original** que resultarán del proceso, aparte de la memoria del seminario de graduación. Sin ser una lista exhaustiva ni exclusiva, se podrán contar, entre otros, los siguientes tipos de producto que son los que más comúnmente se asocian a la figura investigativa del seminario de graduación:

* Propuestas de patentes,
* Código fuente de programación,
* Diagramas de control para procesos o maquinaria,
* Conjuntos de diagramas de construcción o planos de taller,
* Modelos digitales parametrizables,
* Manuscritos de normas técnicas,
* Manuscritos de artículos técnicos publicables,
* Memorias de cálculo razonadas,
* Monografías técnicas,
* Protocolos de mantenimento,
* Protocolos de gestión de la información y documentación,
* Protocolos de gestión de proyectos,
* Procedimientos y metodologías,
* Documentos de especificaciones técnicas,
* Procedimientos de calibración,
* Manuales de operación, ensamble o diagnóstico,
* Demostraciones de cálculo, ecuaciones o teoremas,
* Bases de datos de mediciones,
* Cualquier otro material de autoría original con relación directa a los objetivos de investigación del seminario de graduación.

Es muy importante tener en mente que no cualquier producto material implica necesariamente una componente de novedad. Por ejemplo, si bien los planos de taller para construir una máquina de diseño original son un aporte (por la originalidad de la máquina), elaborar planos de taller para una serie de componentes que no son de diseño original es una labor rutinaria puramente técnica, por lo que, aunque se trata de trabajo meritorio, no implica aporte intelectual. Para que pueda considerarse como un aporte, debe ser inmediatamente evidente o bien hay que especificar la novedad que implica.

1. **Resultados integrales esperados**

Esta sección aplica únicamente para práctica dirigida de graduación. Se menciona de manera explícita los productos materiales **de autoría original** que resultarán del proceso, aparte del informe final de la práctica dirigida. Sin ser una lista exhaustiva ni exclusiva, se podrán contar, por ejemplo, los siguientes tipos de producto:

* Diagramas de construcción y planos de taller,
* Listas de materiales, componentes y equipos,
* Diagramas de flujo para proceso,
* Propuestas de patentes,
* Código fuente de programación,
* Diagramas de control para procesos o maquinaria,
* Manuscritos de artículos técnicos publicables,
* Memorias de cálculo razonadas,
* Protocolos de mantenimento,
* Protocolos de gestión de la información y documentación,
* Procedimientos y metodologías,
* Documentos de especificaciones técnicas,
* Procedimientos de calibración,
* Manuales de operación, ensamble o diagnóstico,
* Demostraciones de cálculo, ecuaciones o teoremas,
* Bases de datos de mediciones,
* Cualquier otro material de autoría original con relación directa a las actividades de la práctica.

Es muy importante tener en mente que no cualquier producto material implica necesariamente una componente de novedad. Por ejemplo, si bien los planos de taller para construir una máquina de diseño original son un aporte (por la originalidad de la máquina), elaborar planos de taller para una serie de componentes que no son de diseño original es una labor rutinaria puramente técnica, por lo que aunque se trata de trabajo meritorio, no implica aporte intelectual. Para que pueda considerarse como un aporte, debe ser inmediatamente evidente o bien hay que especificar la novedad que implica.

1. **Comité asesor propuesto y terceras partes interesadas**

Cualquiera que sea la modalidad de TFG propuesta (proyecto de graduación, tesis de graduación o seminario de graduación), se propone en esta sección el comité asesor, que ya debe conocer y haber aprobado la propuesta antes de que sea enviada a la Comisión; para dar fe de ello, deberá aportarse cartas o correos electrónicos donde lo declaren explícitamente, para lo que se dispone de plantillas de referencia que podrán utilizar o adaptar a su preferencia.

El comité asesor del TFG lo conforman tres personas, una de las cuales asume la dirección del trabajo (persona docente activa de la Escuela de Ingeniería Mecánica) y de las restantes dos al menos una debe ser una persona docente activa de la Escuela de Ingeniería Mecánica. Todos los miembros del comité asesor deben tener título de Licenciatura, Maestría o Doctorado.

**Director:** Lic. José Fernando Álvarez Vicenti,

 *Escuela de Ingeniería Mecánica, UCR (Sede Rodrigo Facio).*

**Asesor:** M.Sc. Alexander Gutiérrez Vargas,

 *Escuela de Ingeniería Mecánica, UCR (Sede Rodrigo Facio).*

**Asesor:** Dr. Alfredo López Campos, Director de Innovación.

 *Fábrica de Carretas Los Rodríguez (Guácimo, Alajuela).*

En anexos se adjuntará una carta suscrita por cada unas de estas personas en donde aceptan explícitamente ser parte del comité asesor. En esa carta deben dar fe que han revisado el anteproyecto en toda su extensión, que consideran adecuada la carga de trabajo para el estudiante, que podrá completarlo en el transcurso de un año calendario y que el documento no requiere más correcciones para su envío a la Comisión.

Por otra parte, hay que describir brevemente en esta sección el nombre, actividades generales y ubicación de la organización que está interesada o se beneficiaría directamente de los resultados y conclusiones del trabajo. También se incluye el nombre de la persona que la representará para efectos de ser la contraparte responsable de la investigación.

Esta contraparte es necesaria para que obtener información al interno de la organización, coordinar autorización para las visitas pertinentes y en general ser el contacto interno. Muchas veces esta persona es parte del comité asesor, pero en caso de no ser así, igualmente tendrá alguna inherencia en evaluar el resultado cuando se complete el trabajo para conocer si se encuentran satisfechos con los resultados.

1. **Comité asesor propuesto y compromiso del lugar de trabajo**

En el caso de una práctica dirigida de graduación, se propone en esta sección el comité asesor, que ya debe conocer y haber aprobado la propuesta antes de que sea enviada a la Comisión; para dar fe de ello, deberá aportarse cartas o correos electrónicos donde lo declaren explícitamente, para lo que se dispone de plantillas de referencia que podrán utilizar o adaptar a su preferencia.

El comité asesor del TFG lo conforman tres personas, una de las cuales asume la dirección del trabajo (persona docente activa de la Escuela de Ingeniería Mecánica) y de las restantes dos al menos una debe ser una persona docente activa de la Escuela de Ingeniería Mecánica. Todos los miembros del comité asesor deben tener título de Licenciatura, Maestría o Doctorado.

**Director:** Lic. José Fernando Álvarez Vicenti,

 *Escuela de Ingeniería Mecánica, UCR (Sede Rodrigo Facio).*

**Asesor:** M.Sc. Alexander Gutiérrez Vargas,

 *Escuela de Ingeniería Mecánica, UCR (Sede Rodrigo Facio).*

**Asesor:** Dr. Alfredo López Campos, Director de Innovación.

 *Fábrica de Carretas Los Rodríguez (Guácimo, Alajuela).*

En anexos se adjuntará una carta suscrita por cada unas de estas personas en donde aceptan explícitamente ser parte del comité asesor. En esa carta deben dar fe que han revisado el anteproyecto en toda su extensión, que consideran adecuada la carga de trabajo para el estudiante, que podrá completarlo en el transcurso de un año calendario y que el documento no requiere más correcciones para su envío a la Comisión.



**Figura 1. Cronograma organizado en un diagrama de Gantt**

Hay que describir brevemente en esta sección el nombre, actividades generales y ubicación de la empresa o institución en que labora el proponente y apoya que se haga en sitio y en tiempo laborable las actividades de la práctica dirigida de graduación. También se incluye el nombre de la persona que representará a esa parte interesada para efectos de ser la contraparte responsable de la investigación. Esta persona formará parte del comité asesor y tendrá formación universitaria en ingeniería con grado mínimo de Licenciatura.

Se anexará una carta suscrita por el supervisor del lugar de trabajo del estudiante en donde explícitamente indique que apoyará el trabajo de graduación y que podrá hacerlo en horas laborables. También debe indicar el nombre del puesto de trabajo del estudiante y sus funciones y labores regulares en él. En esta misiva, también debe dar fe del compromiso de su entidad con el apoyo que dará al estudiante para que pueda completar los objetivos de la PDG. Esto incluye el uso de su tiempo laborable, acceso a recursos materiales como talleres, laboratorios, materiales y consumibles, sitios de trabajo, instrumentos, herramientas, equipo, financiamiento monetario no reembolsable o cualquier otro recurso que tendrá para llevar a cabo su TFG. También debe indicar que acepta que el informe final de la práctica dirigida de graduación será de carácter público y estará disponible en internet a través de los repositorios institucionales que correspondan.

1. **Cronograma preliminar.**

Es un cuadro con la distribución general de las actividades previstas para completar los objetivos en el transcurso de los dos semestres asociados al período reglamentario para llevar a cabo el TFG, que es de dos ciclos lectivos ordinarios (ell III ciclo lectivo no se define como ordinario, por lo que no se considera en el conteo de los ciclos en los que se debe completar el TFG) consecutivos después de la aprobación del anteproyecto por parte de la Comisión de Trabajos Finales de Graduación de la Escuela de Ingeniería Mecánica. Se recomienda usar un diagrama de Gantt similar al de la **Figura 1** y presentará detalle suficiente como para que contenga entre ocho y quince entradas.

**REFERENCIAS**

Las referencias se elaborarán utilizando el estilo IEEE para publicaciones científicas conocido como “IEEE Transactions”. Esta sección se presenta en orden de aparición en el documento según lo dispuesto por el manual de estilo vigente de la IEEE. Se muestran algunas entradas de ejemplo sin relación alguna con esta plantilla. La referencia [1] es un artículo científico, mientras que [2] es una monografía. Aunque es opcional, se recomienda el uso del DOI (Digital Object Identifier) para los artículos.

 [1] J. J. Monaghan, “Smoothed particle hydrodynamics”, *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, vol. 30, pp. 543–574, 1992, doi: 10.1146/annurev.aa.30.090192.002551.

 [2] G. R. Liu and M. B. Liu, *Smoothed Particle Hydrodynamics: A Meshfree Particle Method*. Upper Saddle River, N.J.: World Scientific, 2003.

**ANEXOS**

Al anteproyecto se anexará cualquier material absolutamente indispensable para comprender o justificar la propuesta. También se adjuntan en esta parte del documento las cartas de aceptación por parte de cada uno de los miembros propuestos para el comité asesor, así como del compromiso por parte de terceros para proveer apoyo indispensable para completar los objetivos del trabajo de graduación. Así, entre los documentos que se deben adjuntar, se encuentran, entre otros:

* Carta de la persona que proponen como director(a) del comité asesor en donde especifique explícitamente que han revisado el anteproyecto, consideran que está completo y no requiere correcciones, y que está dispuesto a dirigir el TFG.
* Carta de cada una de las personas que proponen como miembros del comité asesor en donde afirmen que han revisado el anteproyecto, consideran que está completo y no requiere correcciones, y que está dispuesto a formar parte del comité asesor.
* Carta de compromiso por parte de entidades externas a la Escuela de Ingeniería Mecánica en donde se afirma que apoyarán el TFG con patrocinio, sea con acceso a sitios de trabajo, laboratorios, talleres, materiales, equipo, instrumentos o financiamiento no reembolsable.
* En el caso de práctica dirigida de graduación, es indispensable una carta del empleador del estudiante en donde afirme el vínculo laboral que tiene y su vigencia, describa las funciones y labores regulares del puesto que ocupa, así como el apoyo explícito que le dará al estudiante en materia de tiempo laborable y acceso a recursos materiales que tendrá para llevar a cabo su TFG. También debe indicar que acepta que el informe final de la práctica dirigida de graduación será de carácter público y se estará disponible en internet.
* En aquellos casos en que se vayan a aplicar cláusulas de confidencialidad, se deberá solicitar formalmente su consideración con una justificación jurídicamente válida que no interfiera con el propósito académico del TFG ni el proceso de entrega de avances de trabajo y de un informe final íntegro al Comité Asesor de la persona estudiante a su Comité Asesor. En caso de que se vaya a aplicar, deberá proveerse copia del acuerdo de confidencialidad que eventualmente podría tener que suscribir el estudiante y su Comité Asesor.

***Marzo 2021***