

**MEMORIA DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS
PROYECTOS DE INNOVACIÓN EDUCATIVA
VICERRECTORADO DE INNOVACIÓN Y CALIDAD DOCENTE
CURSO ACADÉMICO 2012-2013**

DATOS IDENTIFICATIVOS:

1. Título del Proyecto

Creación de material de apoyo para el estudio de materias relacionadas con Ingeniería Agroforestal, basado en videos de corta duración.

2. Código del Proyecto

125002

3. Resumen del Proyecto:

Mediante este proyecto docente se ha puesto en marcha, por parte de los profesores participantes, la producción de una colección de videos de corta duración en los que se ilustra con imágenes la resolución de problemas que representan casos prácticos comunes en las materias a las que va dirigido el proyecto. Con ello el alumno dispone de una herramienta ágil y cómoda que le facilitará su aprendizaje y la superación de los objetivos fijados para la asignatura. Su objetivo está integrado en el párrafo 2º de los objetivos generales de la convocatoria en la que fue presentado “Actualizar la docencia basándola en las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación”.

4. Coordinador/es del Proyecto

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente
Juan Agüera Vega	Ingeniería Rural	126

5. Otros Participantes

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente	Tipo de Personal
Gregorio L. Blanco Roldán	Ingeniería Rural	126	PDI
Sergio Castro García	Ingeniería Rural	126	PDI
Carmen García Llamas	Ingeniería Rural	126	PDI
Jesús A. Gil Ribes	Ingeniería Rural	126	PDI
Emilio Jesús González Sánchez	Ingeniería Rural	126	PDI

6. Asignaturas afectadas

Nombre de la asignatura	Área de conocimiento	Titulación/es
100957 Motores y máquinas	Ingeniería Agroforestal	Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural
101064 Maquinaria y Mecanización forestales	Ingeniería Agroforestal	Grado en Ingeniería Forestal
Mecanización de la vid	Ingeniería Agroforestal	Grado en Enología

MEMORIA DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN EDUCATIVA

1. Introducción.

El día a día en la labor docente nos demuestra que la gran mayoría de las consultas de alumnos que recibimos en las horas de tutoría, relacionadas con el material de apoyo escrito disponible en el Aula Virtual, están relacionadas con esos pequeños detalles que se escapan a la hora de explicar la línea general de evolución de la estrategia de resolución del problema. Cuando el alumno nos consulta en las tutorías y resolvemos el mismo caso práctico planteado y resuelto de forma escrita en el Aula Virtual, pero partiendo de una hoja en blanco y explicando de viva voz los sucesivos pasos, el resultado de aprendizaje por parte del alumno es inmediato, como así nos manifiestan.

A menudo recibimos consultas en las tutorías sobre casos prácticos ya tratados y resueltos en clases presenciales, de los que los alumnos toman sus propias notas pero que, a la hora de estudiarlas, encuentra dificultades para su comprensión, generalmente debido a que en el momento de recibir esa clase no se encontraban con la motivación suficiente o el estado anímico adecuado para hacer el ejercicio mental de su seguimiento en detalle (o simplemente porque habían faltado a clase ese día). Cuando volvemos a explicárselo desde el principio, pero como resultado de su propia iniciativa al hacer uso de las horas de tutoría y por tanto con una mejor predisposición por su parte, su comprensión es igualmente inmediata.

Por otra parte, muchos alumnos son reticentes a la hora de consultar sus dudas en el horario de tutorías, posiblemente debido al temor de que el profesor “descubra” su debilidad en los conocimientos básicos necesarios para el seguimiento de la asignatura por una u otra razón, optando por quedarse con la duda antes de “delatarse”.

Así pues, se ha partido de dos hipótesis importantes que creemos tienen gran influencia en el aprendizaje y adquisición de habilidades relacionadas con las materias de Motores y Maquinas Agrícolas:

1. El hecho de que sea el alumno el que toma la iniciativa de abordar el estudio de un ejercicio, indica una predisposición que intensifica la receptividad. Es en ese momento en el que debe disponer del material de apoyo más adecuado para aprovechar la oportunidad.
2. La consulta directa al profesor sería el mejor apoyo para sacar el mayor partido del esfuerzo del alumno en esas situaciones de motivación. Debido a las limitaciones de horarios, esto no es siempre posible. La utilización del vídeo y las comunicaciones WEB son, de momento, la forma más parecida a la presencia real.

Podemos encontrar en la RED numerosos ejemplos en los que se divulgan conocimientos de todo tipo haciendo uso de técnicas audio-visuales en distintas configuraciones: voz sobre imagen de pantalla de ordenador, sobre pizarra blanca e incluso sobre pizarra convencional de tiza. En todos ellos destaca la espontaneidad y el realismo de una explicación “cuasi” personalizada, lo que la hace especialmente atractiva.

2. Objetivos.

Lo que se pretende con esta experiencia es facilitar al alumno el estudio de los ejercicios relacionados con las materia de Motores y Máquinas, poniendo a su disposición a través de la plataforma MOODLE de la Universidad de Córdoba, una serie de vídeos de corta duración en los que, complementándose con imágenes de máquinas y mecanismos, se explican los pasos a seguir para su resolución.

Se ha pretendido en este primer paso poner en marcha la metodología de producción y la grabación inicial del material de base, para en sucesivos pasos, cubrir los ejercicios de la mayor parte del programa de las asignaturas a las que va dirigido.

3. Descripción de la experiencia.

Se ha realizado la selección de una serie de ejercicios constituyendo un portafolios que el alumno debe completar durante el desarrollo del curso. La versión en papel y su tratamiento durante las clases en grupos reducidos ha constituido el trabajo de otro proyecto de innovación docente presentado en esta convocatoria por este mismo grupo. El presente proyecto se complementa con el anterior ya que facilitará al alumno el trabajo con el portafolios al poder consultar en cualquier momento ejercicios similares explicados con apoyo de vídeo a través de Internet.

Con objeto de reforzar las explicaciones, se ha realizado la grabación en campo y en laboratorio-taller de distintas máquinas agrícolas en pleno trabajo, así como mecanismos elementales y maquetas que muestran los detalles más importantes de su funcionamiento, los cuales hay que comprender claramente para proceder a su modelización física y posterior tratamiento matemático tratados en los ejercicios propuestos.

4. Materiales y métodos.

Los ejercicios se han inspirado en los utilizados para los exámenes de las asignaturas Motores y Máquinas de las titulaciones de Ingeniero Agrónomo, Ingeniero de Montes y Grado en Ingeniería agroalimentaria y del Medio Rural. El enunciado de estos ejercicios y su resolución se ha editado y maquetado mediante tratamiento de textos de forma que presenten una imagen ordenada y estructurada de los pasos seguidos en su desarrollo. El anexo I muestra un ejemplo de ello.

El material de video relacionado con los ejercicios se ha realizado mediante una videocámara no-profesional pero con muy buenas características de calidad, facilidad de uso en campo y precio. Además permite el traspaso de las grabaciones a formato digital para poder realizar el montaje definitivo mediante ordenador.

Aprovechando tareas agrícolas mecanizadas (laboreo, siembra, etc.) que se han realizado en el desarrollo de proyectos de investigación en los que trabaja el grupo, en las parcelas experimentales del Campus de Rabanales, se han filmado una serie de tomas cuidando

especialmente el aspecto didáctico al que van destinadas y la calidad de la imagen, aunque teniendo en cuenta que el personal implicado en esta tarea no es profesional de la materia.

Igualmente se han realizado distintas tomas del material de que dispone el laboratorio-taller del grupo implicado (piezas de motor, motores seccionados, cajas de cambio, diferencial, reducción final, etc.)

Este material, una vez editado, se visualizará alternando planos con la realización de los ejercicios, de manera que el alumno asocie claramente el modelo físico-matemático desarrollado con la realidad sobre la que se aplica.

Para la producción del contenido explicativo de este modelo físico-matemático, se ha optado por realizar capturas de pantalla en las que van apareciendo sucesivamente, al ritmo que exija la explicación y los planos que enlazan con las tomas reales, las distintas expresiones matemáticas empleadas en la resolución del problema, haciendo especial hincapié en aquellos aspectos en los que la experiencia nos dice que van a presentar mayor dificultad de comprensión.

Todo este material ha de ser revisado, editado y montado para su publicación final. Se ha utilizado un editor de video por ordenador de uso fácil pero que dispone de todas las herramientas necesarias para el objetivo que nos proponemos.

Mediante este editor se recortan, intercalan y rotulan los distintos planos que constituyen el video corto en el que se ejecuta el ejercicio.

5. Resultados obtenidos y disponibilidad de uso.

Los resultados obtenidos hasta el momento han venido condicionados especialmente por la temporalización de las operaciones mecanizadas que hemos creído importante incluir. Estas tomas se han ido realizando siguiendo el calendario agrícola que rige su ejecución y de acuerdo con la climatología.

Aún así se dispone de numeroso material de operaciones agrícolas realizadas con tractores y diversos aperos, así como de una cosechadora de cereal. Este material está destinado a ilustrar los ejercicios relacionados con los bloques temáticos “Maquinaria Agrícola” y “Dinámica del Tractor-Balance de Potencias”. Así mismo se dispone de las grabaciones necesarias para abordar los ejercicios relacionados con los temas de los bloques temáticos “Motores Térmicos” y “Transmisión de Potencia”.

Por otra parte, se han procesado los documentos digitales en los que se desarrolla el contenido del modelo físico-matemático para poderlos integrar en la edición del video definitivo de cada ejercicio.

Debido a la inesperada complejidad que han supuesto todos estos pasos previos, creemos que los objetivos resultaron demasiado ambiciosos para el tiempo que se ha dispuesto, teniendo en cuenta además que ha sido un curso universitario con una carga docente importante para los integrantes del grupo, como consecuencia del solape de dos planes de estudios (Ingenierías-Grados) en dos titulaciones distintas (Grado en Ingeniería Agroforestal y del Medio Rural-Grado en Ingeniería Forestal). Así pues, se precisará algo más de tiempo para completar el montaje definitivo de los ejercicios y la puesta a disposición a los alumnos mediante la plataforma Moodle.

Parte del material elaborado se está utilizando en las clases del presente curso como apoyo a las clases teóricas. Aunque para distinta finalidad, el proyecto ya está resultando útil en la docencia. Las presentaciones teóricas que incluyen planos de las filmaciones realizadas, sí que están a libre disposición del alumno.

6. Utilidad.

Como se ha comentado, la experiencia ha servido para la organización y arranque de la creación de un material docente que debe estar en constante ampliación, renovación y adaptación a las nuevas tecnologías presentes y futuras.

El perfil típico del alumno de nuestros días está muy orientado al formato audio-visual en todos los aspectos de su vida cotidiana, y la adquisición de nuevos conocimientos y habilidades no iba a ser una excepción. Esta experiencia va dirigida a facilitar al alumnado el estudio de materias de Ingeniería que requieren alta capacidad de abstracción pero vinculadas a fenómenos y sistemas mecánicos reales que no hay que perder de vista.

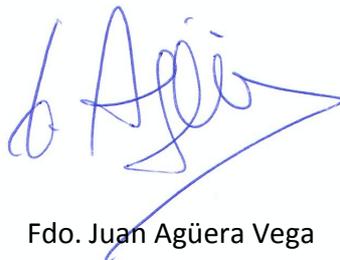
Por otra parte, se presenta para ser especialmente útil en el momento en que el alumno puede tener una mayor motivación y predisposición para comprender los conceptos utilizados. En la práctica esto suele ocurrir en los días previos al examen, como manifiesta el incremento de demandas de tutoría en esas fechas.

Por supuesto que nada puede ser mejor que la explicación directa del profesor al alumno en este tiempo de tutoría, lo que ocurre es que en la gran mayoría de los casos, las consultas tienen por objeto cuestiones ya tratadas en clase, por lo que se convierten en una mera repetición. Esto es lo que se trata de paliar con esta experiencia.

7. Observaciones y comentarios.

Al disponer el grupo del material necesario para la realización de la experiencia y dadas las dificultades de tramitación y cobro que supone para los proveedores de pequeño material, las facturas de reducido importe, se ha optado por no hacer uso de la cantidad concedida a este proyecto de innovación en la resolución de esta convocatoria.

Córdoba, 28 de septiembre de 2013



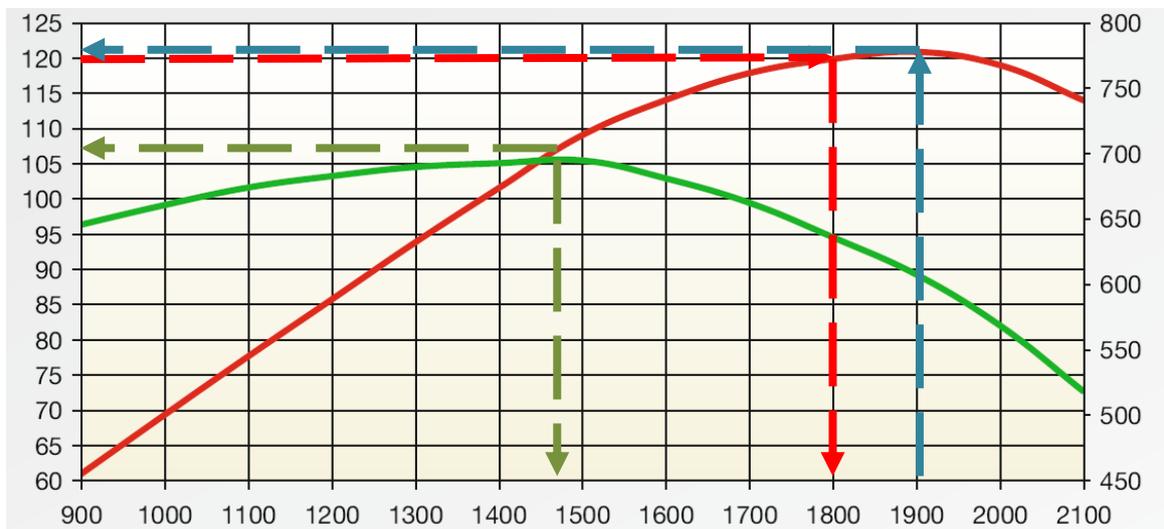
Fdo. Juan Agüera Vega

ANEXO I
MAQUETADO DE ALGUNOS EJERCICIOS
SELECCIONADOS

Ejercicio 1.- La gráfica de la figura corresponde a las curvas características de par (Nm) y potencia (kW) de un motor con una cilindrada total de 6780 cm³ y 6 cilindros. Calcular:

1. Velocidad de giro a la que debe trabajar para obtener una reserva de potencia del 30% para una potencia de trabajo de 84 kW. (2 puntos).
2. Rendimiento económico cuando trabaja desarrollado el par máximo teniendo en cuenta que el consumo horario en esas condiciones es de 30 L/h. (3 puntos)
3. Presión máxima que alcanza el interior de un cilindro considerando su ciclo teórico, si la presión atmosférica es de 1 bar. (2 puntos).
4. Potencia indicada y rendimiento mecánico en alimentación máxima a 1900 rev/min sabiendo que al eliminar la alimentación a uno de sus cilindros la potencia al freno máxima es de 98 kW. (3 puntos).

Datos: Rel. de compresión: 16; densidad del combustible: 850 g/L; Poder calorífico del combustible: 45000 kJ/kg



1.- La potencia máxima N_{max} que debe dar el motor a la velocidad de giro buscada debe ser tal que:

$$R = \frac{N_{max} - N_T}{N_{max}} \cdot 100 = \frac{N_{max} - 84}{N_{max}} \cdot 100 = 30 \% \Rightarrow N_{max} = 120 \text{ kW}$$

Según la gráfica, para una potencia máxima de 120 kW, la **velocidad de giro del motor será de 1800 rev/min**

2.- Según la gráfica, el motor desarrolla el par máximo para una velocidad de giro tal que la potencia desarrollada es de 107 kW. Teniendo en cuenta que el consumo horario Q_h es de 30 L/h, el consumo específico q_s será:

$$q_s = \frac{Q_h}{N_f} = \frac{30 \frac{L}{h} \cdot 850 \frac{g}{L}}{107 \text{ kW}} = 238.32 \frac{g}{kWh}$$

El rendimiento económico η_{ec} está relacionado con el consumo específico q_s según la relación:

$$\eta_{ec} = \frac{1}{H \cdot q_s}$$

Con lo que tendremos, teniendo en cuenta las unidades utilizadas:

$$\eta_{ec} = \frac{3600 \frac{kJ}{kWh} \cdot 1000 \frac{g}{kg}}{45000 \frac{kJ}{kg} \cdot 238.32 \frac{g}{kWh}} = 0.3357$$

3.- Tratándose de un ciclo diesel (Rel. de compresión $p=16$), la presión máxima de su ciclo teórico se alcanzará en el punto 2, al final de la carrera de compresión. Puesto que P_1 es la presión atmosférica (1 bar), P_2 será la resultante tras la compresión adiabática del aire desde el volumen V_1 hasta el volumen V_2 :

Para la compresión adiabática 1-2 tendremos:

$$P_1 \cdot V_1^\gamma = P_2 \cdot V_2^\gamma \Rightarrow P_2 = P_1 \cdot \frac{V_1^\gamma}{V_2^\gamma} = P_1 \cdot \rho^\gamma = 1 \cdot 16^{1.41} = 49.87 \text{ bar}$$

4.- A 1900 rev/min, la potencia máxima del motor con sus 6 cilindros funcionando es de 121 kW según la gráfica. Al eliminar la alimentación de uno de sus cilindros, la potencia máxima del motor se reduce en el valor de la Potencia indicada que aportaba dicho cilindro, por lo que la potencia indicada N_{ind} con los 6 cilindros actuando será:

$$N_{ind} = 6 \cdot (121 - 98) = 138 \text{ kW}$$

Y el rendimiento mecánico:

$$\eta_m = \frac{N_f}{N_{ind}} = \frac{121}{138} = 0.8768$$

Ejercicio 2.- Un tractor dispone de una caja de cambios en progresión geométrica con 16 marchas que le permite desplazarse a una velocidad mínima de 1 km/h y una velocidad máxima de 35 km/h. El régimen de giro del motor varía entre 900 y 2100 rev/min. Se pide:

1. Porcentaje de solape y velocidades máximas y mínimas de desplazamiento del tractor en cada marcha de la caja de cambios. (4 puntos).
2. Marcha y velocidad de giro del motor para desplazarse a 10 km/h si desea obtenerse la máxima reserva de potencia. (3 puntos).
3. Relación de transmisión de la reducción final por engranajes planetarios si la corona tiene 90 dientes y el planeta 45. (3 puntos).

1.-

$$S = \frac{K - \varphi}{K - 1} \cdot 100 \quad K = \frac{n_{max}}{n_{min}} = \frac{2100}{900} = 2.3\widehat{3}$$

$$\left. \begin{aligned} 1 &= n_{min} \cdot \frac{2\pi}{60} \cdot \frac{1}{i_1} \cdot r \cdot 3.6 \\ 35 &= n_{max} \cdot \frac{2\pi}{60} \cdot \frac{1}{i_{16}} \cdot r \cdot 3.6 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} \frac{35}{1} &= \frac{n_{max}}{n_{min}} \cdot \frac{i_1}{i_{16}} = K \cdot \varphi^{15} \\ \varphi &= \sqrt[15]{\frac{35}{K}} = \sqrt[15]{\frac{35}{2.3\widehat{3}}} = 1.19786 \end{aligned}$$

$$S = \frac{2.3\widehat{3} - 1.19786}{2.3\widehat{3} - 1} \cdot 100 = 85.16\%$$

Marcha	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI
Vmin	1.00	1.20	1.43	1.72	2.06	2.47	2.95	3.54	4.24	5.08	6.08	7.29	8.73	10.45	12.52	15.00
Vmax	2.33	2.80	3.35	4.01	4.80	5.75	6.89	8.26	9.89	11.85	14.19	17.00	20.36	24.39	29.22	35.00

$$V_{min}^{II} = \varphi \cdot V_{min}^I; \quad V_{min}^{III} = \varphi \cdot V_{min}^{II}; \quad V_{min}^{IV} = \varphi \cdot V_{min}^{III}; \quad \dots; \quad V_{min}^{XVI} = \varphi \cdot V_{min}^{XV}$$

$$V_{max}^{XV} = \frac{V_{max}^{XVI}}{\varphi}; \quad V_{max}^{XIV} = \frac{V_{max}^{XV}}{\varphi}; \quad V_{max}^{XIII} = \frac{V_{max}^{XIV}}{\varphi}; \quad \dots; \quad V_{max}^I = \frac{V_{max}^{II}}{\varphi}$$

2.- La velocidad de 10 km/h puede alcanzarse en las marchas décima a decimotercera ambas inclusive. Si desea obtenerse la máxima reserva de potencia, deberemos seleccionar aquella que requiera una mayor velocidad de giro del motor ya que así nos aseguramos de que la potencia máxima sea la mas alta posible. En nuestro caso deberemos seleccionar la **marcha décima que es la mas corta de las posibles**, requiriendo una velocidad de giro:

$$n = 2100 \cdot \frac{10}{11.85} = 900 \cdot \frac{10}{5.08} = 1772.5 \text{ rev}/\text{min}$$

3.- Según la fórmula de Willis:

$$\frac{\omega - \omega_1}{\omega_2 - \omega_1} = -\frac{N}{n}$$

Donde:

ω , ω_1 y ω_2 son las velocidades angulares del planeta, caja portasatélites y corona respectivamente
 N y n son el número de dientes de la corona y el planeta respectivamente.

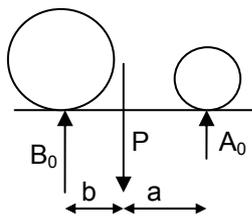
Teniendo en cuenta que $\omega_2 = 0$

$$\frac{\omega}{\omega_1} - 1 = \frac{N}{n} \Rightarrow i_{RF} = \frac{\omega}{\omega_1} = \frac{N + n}{n} = \frac{90 + 45}{45} = 3$$

Ejercicio 3.- Para realizar una labor sobre un suelo horizontal arrastrando el apero con un tiro paralelo al suelo, se dispone de 2 posibles modelos de apero que originan fuerzas de tracción de 400 kg y 1150 kg respectivamente. El tractor debe desplazarse en tracción simple a una velocidad real de 10 km/h con una reserva de potencia del 25%. La ley de resbalamiento es $\sigma = 0.8 \chi^2$, las cargas que soportan los ejes cuando el tractor está en reposo, sin ejercer ninguna tracción son 1950 kg el delantero (A0) y 3250 kg el trasero (B0). La distancia entre ejes es 2.4 m y la altura del enganche es 50 cm. Los coeficientes de rodadura de los ejes delantero y trasero son 0.12 y 0.10, respectivamente. El rendimiento de la transmisión es del 85 %. Se pide:

1. Resbalamiento obtenido con cada uno de los modelos. (4 puntos)
2. Seleccionar el modelo que origine el máximo rendimiento a la barra. (4 puntos)
3. Potencia máxima que debe desarrollar el motor para trabajar con el apero seleccionado. (2 puntos)

1.- Sin tracción, en reposo, sobre un suelo horizontal se cumple:



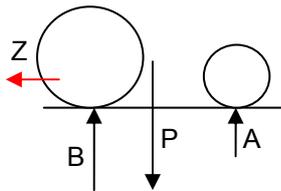
$$A_0 + B_0 = P \Rightarrow 1950 + 3250 = 5200 \text{ kg}$$

$$a + b = L \Rightarrow a + b = 2.4 \text{ m}$$

$$P \cdot b - A_0 \cdot L = 0 \Rightarrow b = L \cdot \frac{A_0}{P} = 2.4 \cdot \frac{1950}{5200} = 0.9 \text{ m}$$

$$B_0 \cdot L - P \cdot a = 0 \Rightarrow a = L \cdot \frac{B_0}{P} = 2.4 \cdot \frac{3250}{5200} = 1.5 \text{ m}$$

Con una fuerza de tracción Z tendremos:



$$P \cdot b - A \cdot L - Z \cdot h = 0 \Rightarrow A = P \cdot \frac{b}{L} - Z \cdot \frac{h}{L}$$

$$A = 1950 - 0.2833 \cdot Z$$

$$-P \cdot a + B \cdot L - Z \cdot h = 0 \Rightarrow B = P \cdot \frac{a}{L} + Z \cdot \frac{h}{L}$$

$$B = 3250 + 0.2833 \cdot Z$$

$$R_A = \rho_A \cdot A = 0.12 \cdot (1950 - 0.2833 \cdot Z) = 234 - 0.034 \cdot Z$$

$$R_B = \rho_B \cdot B = 0.10 \cdot (3250 + 0.2833 \cdot Z) = 325 + 0.02833 \cdot Z$$

$$R_T = R_A + R_B = 559 - 0.00567 \cdot Z$$

$$\chi = \frac{T_n}{B} = \frac{Z + R_A}{B} = \frac{Z + 234 - 0.034 \cdot Z}{3250 + 0.2833 \cdot Z} = \frac{234 + 0.966 \cdot Z}{3250 + 0.2833 \cdot Z}$$

$$\sigma = 0.8 \cdot \chi^2$$

Para Z=400 kg tendremos: $\chi = 0.1872$ y $\sigma = 0.028$ (2.8 %)

Para Z=1150 kg tendremos: $\chi = 0.3884$ y $\sigma = 0.121$ (12.1 %)

2.-

$$\eta_b = \frac{N_b}{N_m} ; N_m = \frac{N_e}{\eta_{tr}} ; N_e = U \cdot v_t = (Z + R_T) \cdot \frac{v_r}{1 - \sigma} = (559 + 0.9958 \cdot Z) \cdot \frac{v_r}{1 - \sigma}$$

$$N_b = Z \cdot v_r$$

Para Z=400 kg

$$N_e = (559 + 0.9958 \cdot 400) \cdot 9.81 \frac{N}{kg} \cdot \frac{10}{1 - 0.028} \cdot \frac{1}{3.6} \frac{m/s}{km/h} \cdot 10^{-3} \frac{kW}{W} = 26.84 kW$$

$$N_b = Z \cdot v_r = 400 kg \cdot 9.81 \frac{N}{kg} \cdot 10 \frac{km/h} \cdot \frac{1}{3.6} \frac{m/s}{km/h} \cdot 10^{-3} \frac{kW}{W} = 10.9 kW$$

$$N_m = \frac{N_e}{\eta_{tr}} = \frac{26.84}{0.85} = 31.58 kW ; \quad \eta_b = \frac{N_b}{N_m} = \frac{10.9}{31.58} = 0.345$$

Para Z=1150 kg

$$N_e = (559 + 0.9958 \cdot 1150) \cdot 9.81 \frac{N}{kg} \cdot \frac{10}{1 - 0.121} \cdot \frac{1}{3.6} \frac{m/s}{km/h} \cdot 10^{-3} \frac{kW}{W} = 52.83 kW$$

$$N_b = Z \cdot v_r = 1150 kg \cdot 9.81 \frac{N}{kg} \cdot 10 \frac{km/h} \cdot \frac{1}{3.6} \frac{m/s}{km/h} \cdot 10^{-3} \frac{kW}{W} = 31.34 kW$$

$$N_m = \frac{N_e}{\eta_{tr}} = \frac{52.83}{0.85} = 62.15 kW ; \quad \eta_b = \frac{N_b}{N_m} = \frac{31.34}{62.15} = 0.504$$

El modelo que origina una tracción de 1150 kg y un resbalamiento del 12,1% origina un rendimiento a la barra mayor (mas favorable) que el que origina una tracción de 400 kg aunque el resbalamiento sea de sólo el 2.8%.

3.-

$$R = \frac{N_{max} - N_T}{N_{max}} \cdot 100 = \frac{N_{max} - 62.15}{N_{max}} \cdot 100 = 25 \% \Rightarrow N_{max} = 82.87 kW$$