

ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE CONFIGURACIONES MECÁNICAS PARA EL DISEÑO DE UNA MÁQUINA TRITURADORA DE CONCRETO ARMADO

TRABAJO DE TESIS RECONOCIDO CON MENCIÓN HONORÍFICA, 2020-1

AUTOR: Ing. Jorge Jayr Cos Díaz

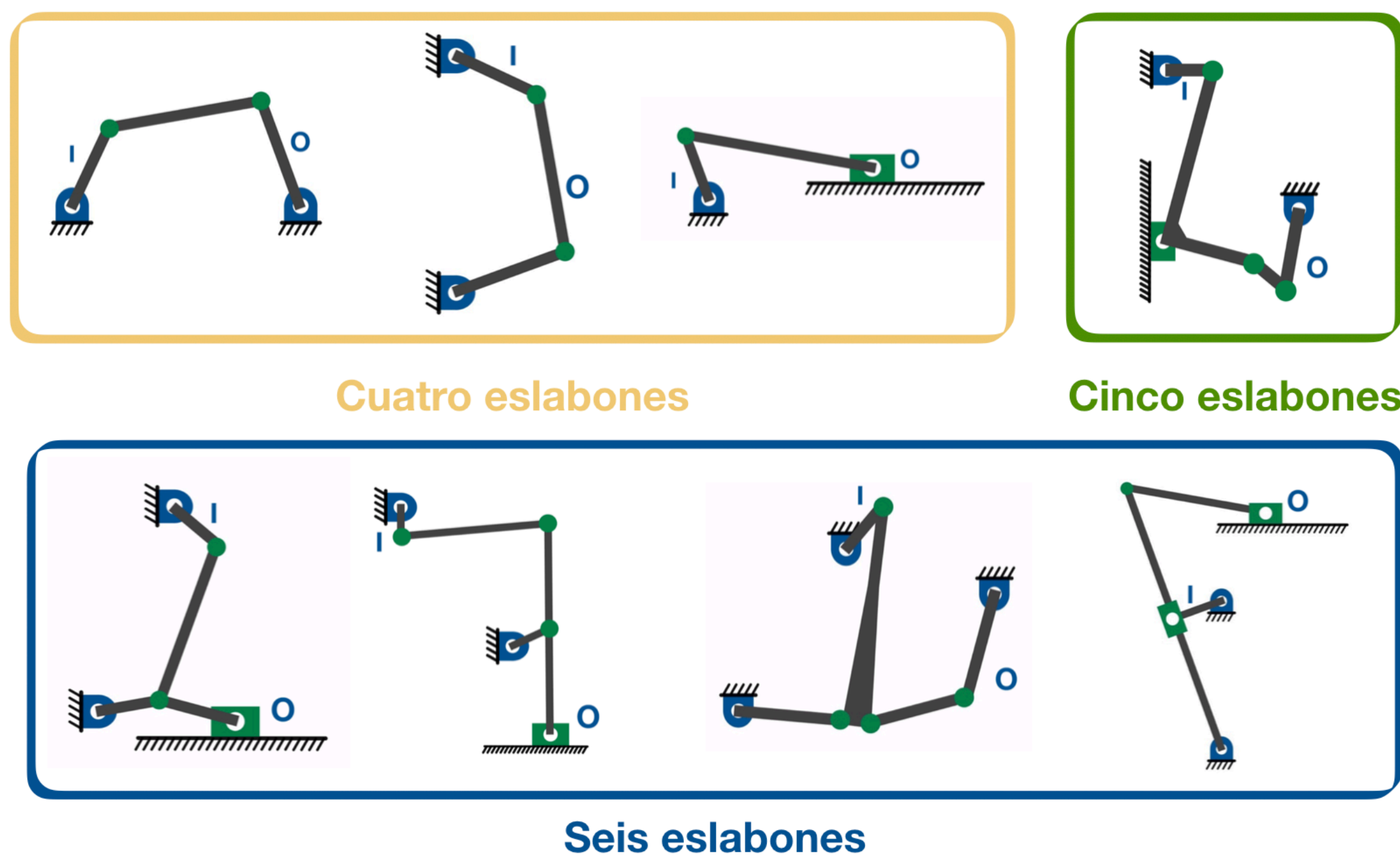
ASESOR: Dr. Ricardo Yáñez-Valdez

OBJETIVO: Analizar diferentes propuestas para obtener una configuración mecánica para el diseño de una máquina trituradora de concreto armado.

· · RESUMEN · ·

Se analizan y evalúan una serie de configuraciones mecánicas mediante tres principales índices de desempeño: ventaja mecánica, rigidez y manipulabilidad; con el fin de discriminar las configuraciones potencialmente viables y seleccionar la mejor solución para proporcionar el movimiento y la fuerza requeridas en una máquina trituradora de concreto armado. Las configuraciones mecánicas potencialmente viables fueron seleccionadas de acuerdo con características que comparten: poseen un grado de libertad (GDL=1), por lo que solo un actuador es requerido para definir su movimiento completo. Además, el eslabón de entrada representa el movimiento de una manivela, por lo que se puede conectar directamente al eje de un motor, o bien, acoplar al engrane de un reductor. Con el fin de obtener cuantitativamente el valor de los índices de desempeño para su rango de movimiento completo se ha realizado el análisis cinemático de las configuraciones candidatas, y se han analizado los resultados para seleccionar la mejor configuración para la finalidad requerida. Una vez seleccionada esta configuración, se realizó el análisis dinámico de fuerzas para observar el comportamiento del par de torsión requerido por el actuador conectado al efector inicial.

Configuraciones mecánicas candidatas



· · DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA · ·

En 2019, en la Ciudad de México se generaron más de 7,000 toneladas diariamente de residuos de concreto y concreto armado provenientes de la construcción y demolición de estructuras. Afortunadamente estos materiales (concreto y acero) pueden reciclarse, proporcionando grandes beneficios económicos y ambientales. Sin embargo, en la Ciudad de México solo se cuenta con maquinaria fija que permite triturar menos de la tercera parte del total de residuos de concreto generados. La maquinaria es, además, importada, por lo que los costos de mantenimiento y por refacciones son elevados. Por consiguiente, es importante proponer una máquina de diseño propio para proporcionar una eficiente separación del concreto y material de refuerzo. La máquina debe poseer dimensiones reducidas y ser móvil, para que pueda ser transportada, aumentando su versatilidad. Con esta propuesta se disminuirá la mala gestión de residuos de demolición y, por lo tanto, se reducirá el impacto ambiental que se genera por esta acción, además de producir beneficios económicos al permitir el reciclaje del concreto como agregado para concreto nuevo, sin olvidar la reutilización del acero.

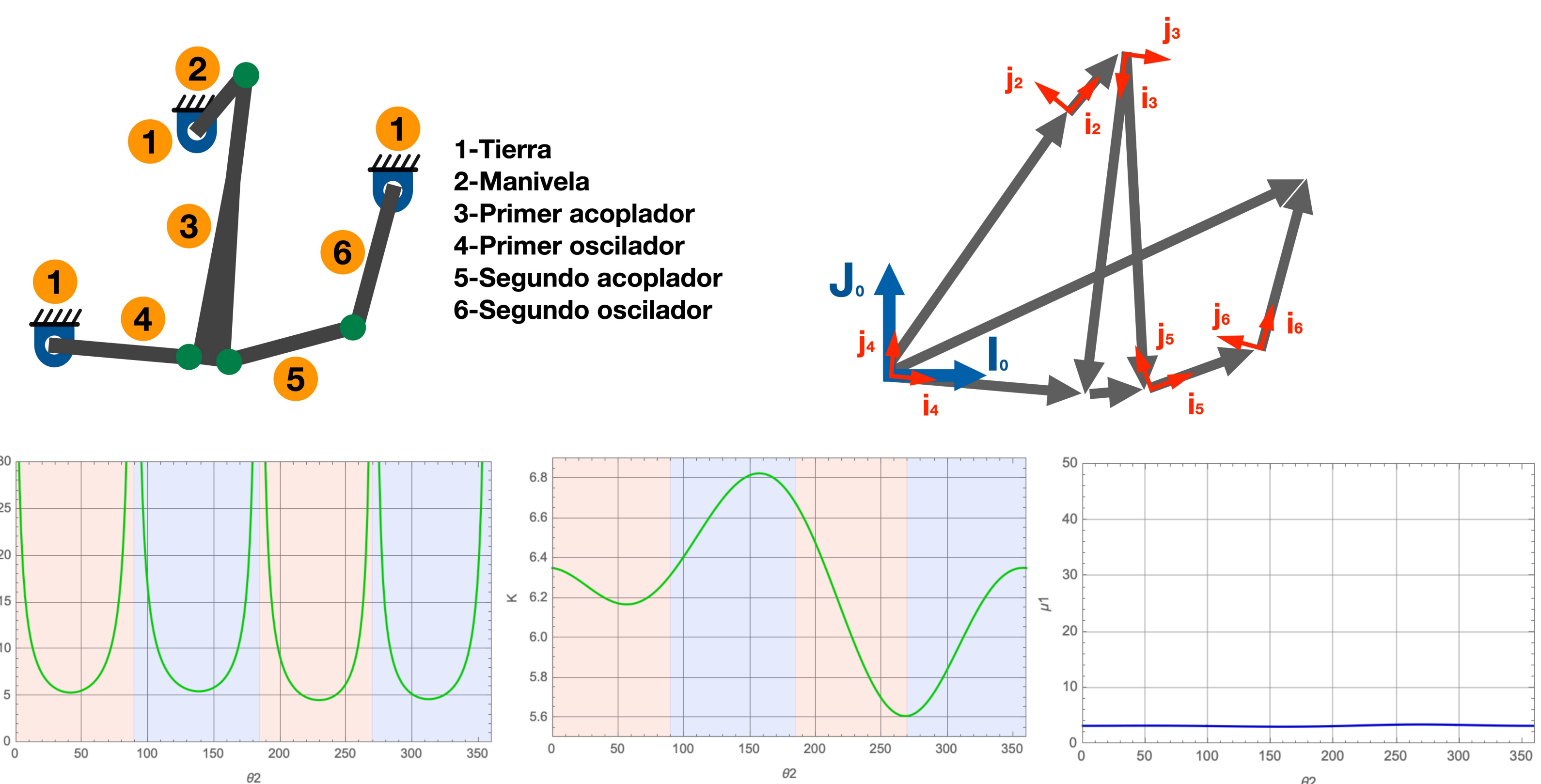


· · AGRADECIMIENTOS · ·

- Investigación realizada gracias al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) de la UNAM, Proyecto "Propuesta de estrategia para la gestión integral de residuos sólidos en caso de desastre por sismo: Ciudad de México" TA101119.
- Gracias a la valiosa participación de la Dra. Flor Hernández Padilla y el Dr. Adrián Espinosa Bautista.

· · ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS MECANISMOS · ·

Se realiza el análisis de posición y velocidad de cada configuración mecánica partiendo de la definición vectorial de cada mecanismo. Utilizando el software Wolfram Mathematica es posible obtener los valores deseados para cada grado de giro del efector inicial; con estos valores se determina el valor de los índices de desempeño para el rango completo de movimiento. Las dimensiones de cada configuración son escaladas para realizar la evaluación de las mismas en igualdad de condiciones.

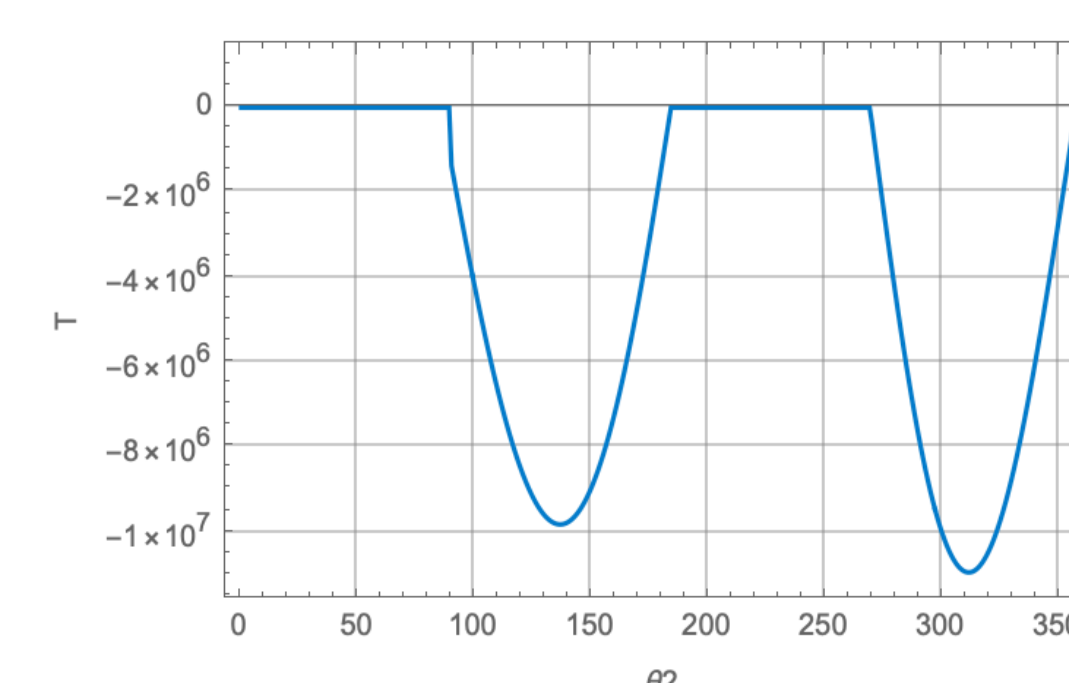


· · RESULTADOS · ·

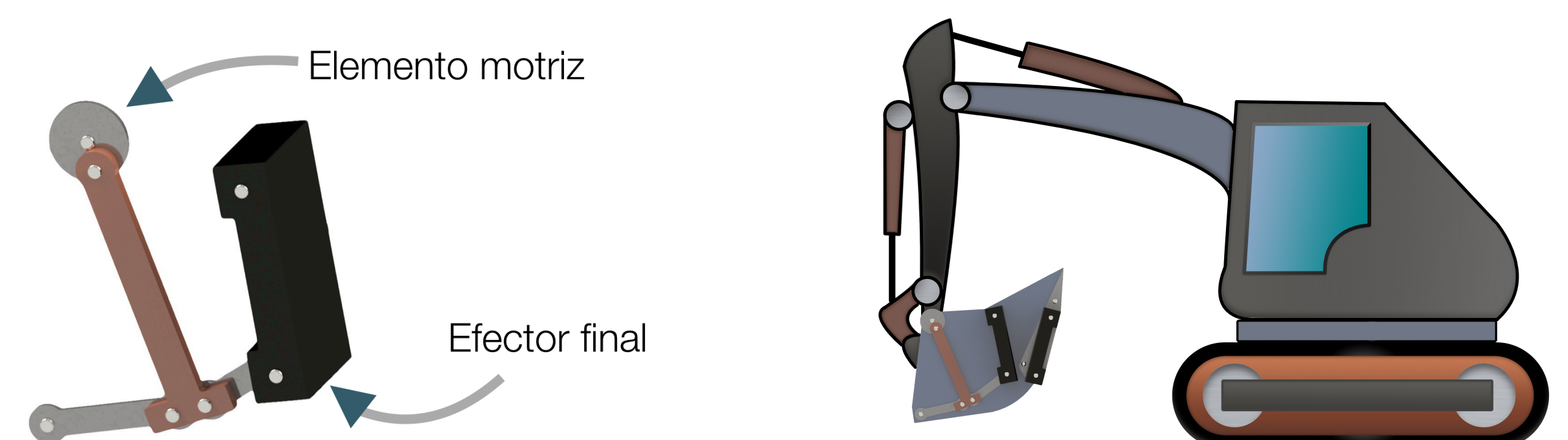
- Se determinó que la configuración más adecuada de acuerdo a su desempeño superior en cada punto evaluado es el mecanismo oscilador de seis eslabones.
- Se realizó el análisis dinámico de fuerzas del mecanismo y se determinó la magnitud del par máximo T_m requerido por el actuador durante la posición de operación crítica del efector inicial.

$$T_m = 2.07672 m_3 + 0.959082 m_4 + 0.849352 m_5 - 0.0383334 m_6 - 0.18868 I_{G3} + 0.862734 I_{G4} + 0.951554 I_{G5} + 0.0039603 I_{G6} - 1.09573 \times 10^7 \text{ [N m]}$$

- Se obtuvo el comportamiento de dicho par de torsión para un giro completo de la manivela.



- Se propuso en un modelo tridimensional la configuración mecánica junto con una propuesta de bancada lateral y su implementación móvil en una excavadora.



· · CONCLUSIONES · ·

- Los mecanismos analizados cuyo efector final presenta un movimiento lineal, mantienen una ventaja mecánica mínima inferior a aquellos con movimiento oscilante.
- La configuración de seis eslabones cuyo efector final es un oscilador fijo a la bancada en su posición superior presenta las mejores características para su implementación como máquina trituradora.
- La masa e inercia del efector final tiene poco impacto en el comportamiento del par requerido por el actuador, y la constante inducida por la resistencia mecánica del concreto armado es la principal razón de los valores máximos.
- El modelo tridimensional del mecanismo realizado con herramientas CAD corrobora el correcto movimiento de este, y sirve como base para un futuro análisis mediante FEM.