



Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea

Escuela Universitaria de
Ingeniería Técnica Industrial de Bilbao
Grado en Ingeniería Mecánica
Trabajo Fin De Grado
2015 / 2016



*PROYECTO DE DISEÑO Y CÁLCULO DE RETROEXCAVADORA
DE PALA FRONTAL*

DOCUMENTO 4: ANEXO

DATOS DEL ALUMNO/A

NOMBRE: UNAI

APELLIDOS: LAFRAGUA IPIÑA

FDO.:

FECHA: 06/04/2016

DATOS DEL DIRECTOR/A

NOMBRE: ITZIAR

APELLIDOS: MARTIJA LOPEZ

DEPARTAMENTO: MECÁNICA

FDO.:

FECHA: 06/04/2016

Índice

Página

4.1. Cálculos.....	4
4.1.1. Movimiento previsto para el mecanismo.....	4
4.1.2. Sección de los elementos.....	8
4.1.3. Diagrama cinemático.....	12
4.1.4. Dimensionamiento elementos y juntas	28

Índice de Figuras

Página

4.1. Fases de diseño. Movimiento previsto para el mecanismo	4
4.2. Barrido de alcance máximo	5
4.3. Barrido de carga de material.....	5
4.4. Barrido de descarga de material en camión.....	6
4.5. Barrido de descarga de material en suelo	6
4.6. Barrido de posición de cuchara en suelo	7
4.7. Fases de diseño. Sección de los elementos	8
4.8. Dimensiones del vaciado de la pluma.....	9
4.9. Corte pluma y distancia AB	9
4.10. Dimensiones del vaciado del brazo	10
4.11. Corte brazo y distancia BC	10
4.12. Corte cuchara	11
4.13. Fases de diseño. Diagrama cinemático	12
4.14. Diagramas pluma alcance máximo	13
4.15. Diagramas brazo alcance máximo.....	14
4.16. Diagramas cuchara alcance máximo	15
4.17. Diagramas pluma carga material	16
4.18. Diagramas brazo carga material.....	17
4.19. Diagramas cuchara carga material	18
4.20. Diagramas pluma descarga material en camión	19
4.21. Diagramas brazo descarga material en camión.....	20
4.22. Diagramas cuchara descarga material en camión	21
4.23. Diagramas pluma descarga material en suelo	22
4.24. Diagramas brazo descarga material en suelo.....	23
4.25. Diagramas cuchara descarga material en suelo	24
4.26. Diagramas pluma posición cuchara suelo.....	25
4.27. Diagramas brazo posición cuchara suelo	26
4.28. Diagramas cuchara posición cuchara suelo.....	27
4.29. Fases de diseño. Dimensionamiento de elementos y juntas	28
4.30. Elección acero estructural.....	29
4.31. Sujeciones pluma	30
4.32. Sujeciones brazo	30
4.33. Sujeciones cuchara	30
4.34. Fuerzas pluma en alcance máximo	31
4.35. Fuerzas brazo en alcance máximo	31
4.36. Fuerzas cuchara en alcance máximo	31

4.37. Fuerzas pluma en carga de material.....	32
4.38. Fuerzas brazo en carga de material	32
4.39. Fuerzas cuchara en carga de material.....	32
4.40. Fuerzas pluma en descarga de material en camión.....	33
4.41. Fuerzas brazo en descarga de material en camión	33
4.42. Fuerzas cuchara en descarga de material en camión.....	33
4.43. Fuerzas pluma en descarga de material en suelo.....	34
4.44. Fuerzas brazo en descarga de material en suelo	34
4.45. Fuerzas cuchara en descarga de material en suelo.....	34
4.46. Fuerzas pluma en posición cuchara suelo	35
4.47. Fuerzas brazo en posición cuchara suelo.....	35
4.48. Fuerzas cuchara en posición cuchara suelo	35
4.49. Mallado pluma	36
4.50. Mallado brazo	36
4.51. Mallado cuchara	36

DOCUMENTO 4.1: Cálculos

4.1.1. Movimiento previsto para mecanismo.

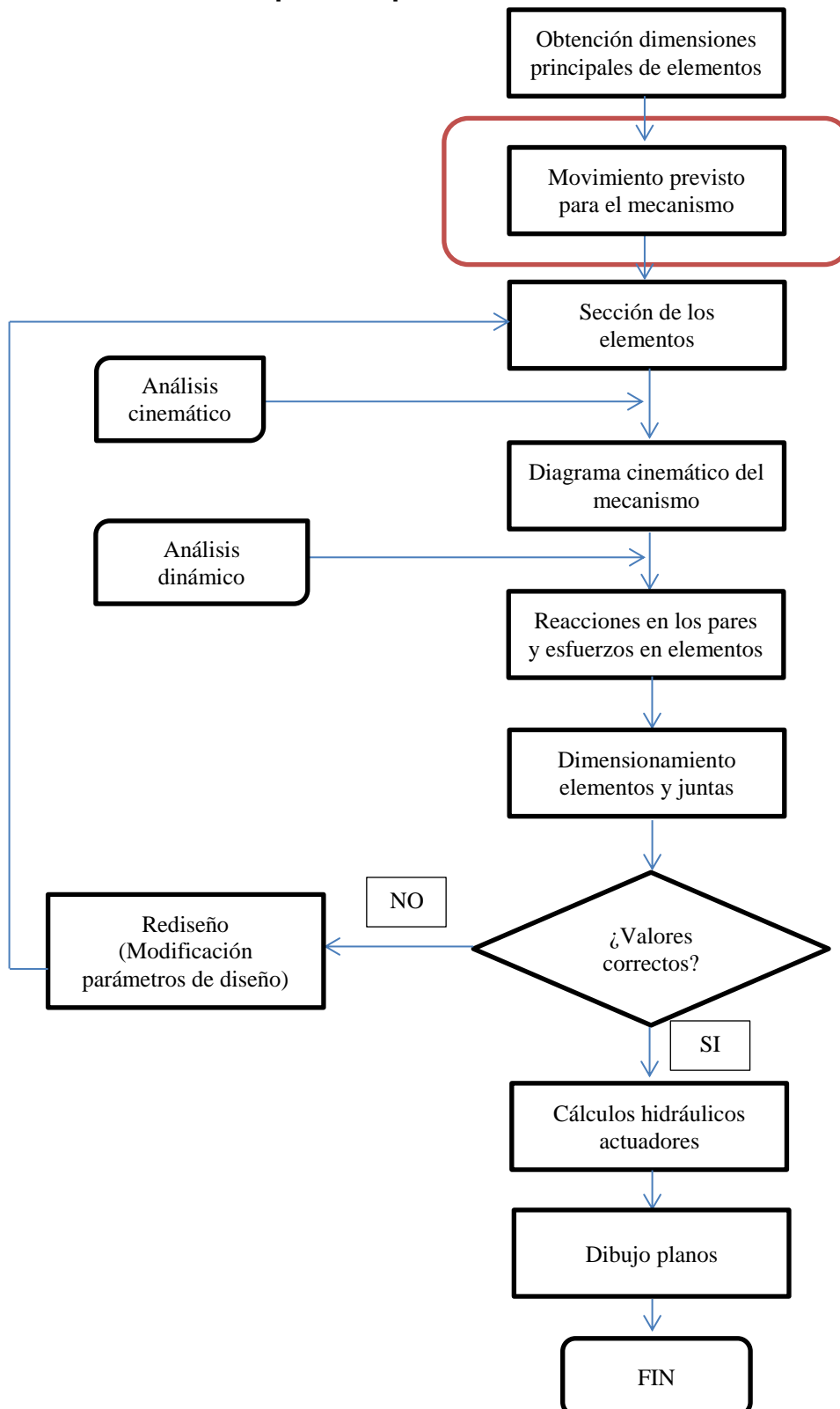


Figura 4.1. Fases de diseño. Movimiento previsto para el mecanismo.

El primer paso para el inicio del diseño de la pala excavadora es el conocimiento de los movimientos previstos para la pala excavadora. Esto se debe a que es necesario primero el conocimiento de dichos movimientos, y una vez conocidos se indicaran las velocidades con la que los elementos se desplazaran.

A continuación, se podrán observar el espacio que abarcan los movimientos a estudio, los cuales se han obtenido mediante el software "GIM".

-Alcance máximo:

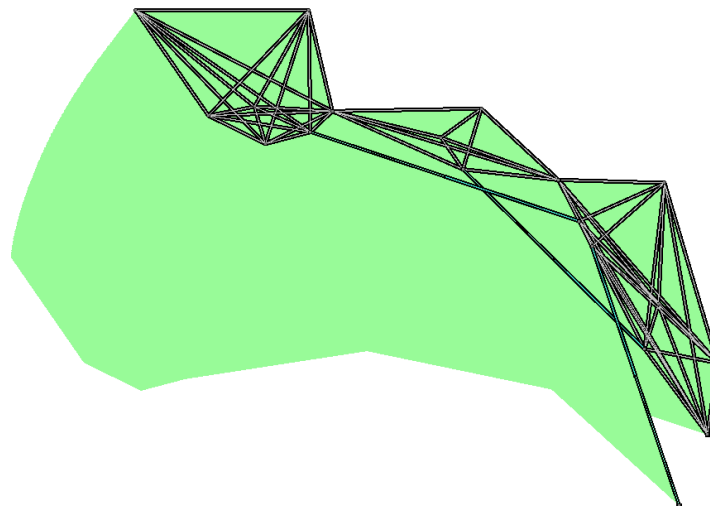


Figura 4.2. Barrido de alcance máximo.

-Carga material:

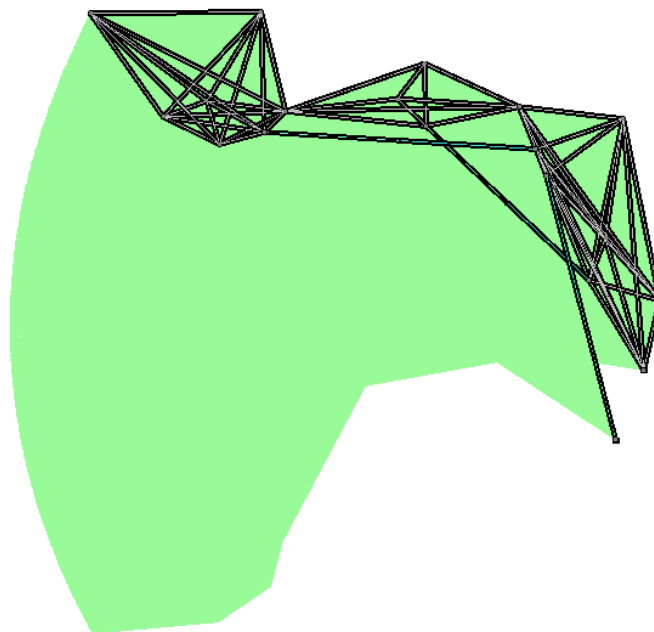


Figura 4.3. Barrido de carga de material.

-Descarga de material en camión:

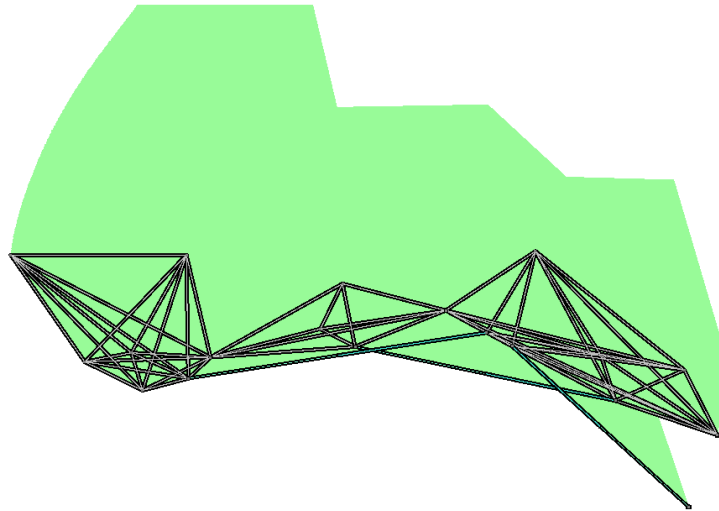


Figura 4.4. Barrido de descarga de material en camión.

-Descarga de material en suelo:

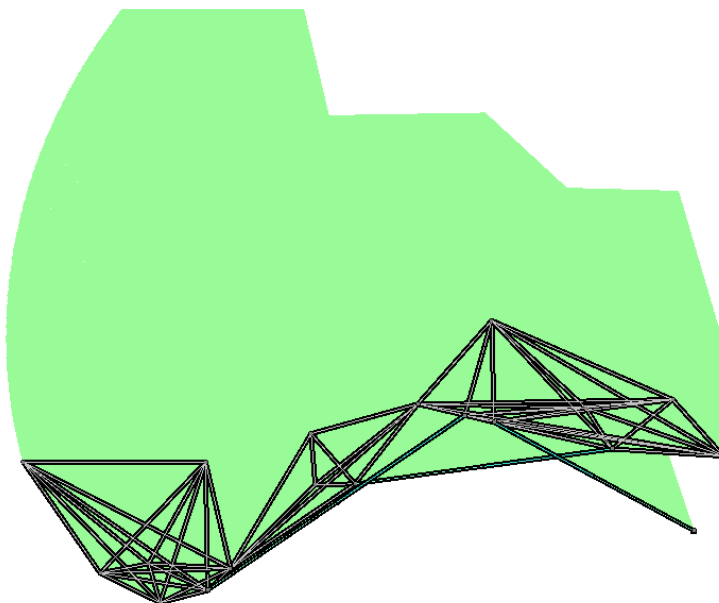


Figura 4.5. Barrido de descarga de material en suelo.

-Posición cuchara en suelo:

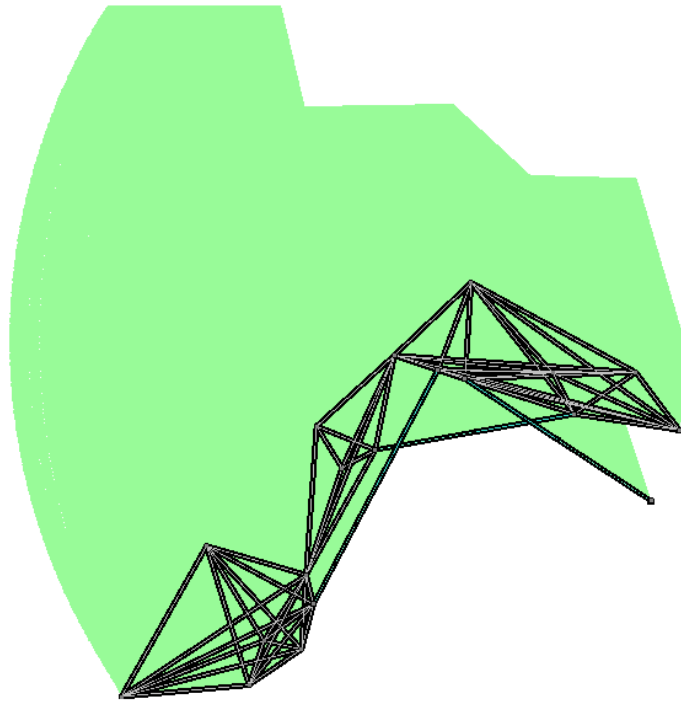


Figura 4.6. Barrido de posición cuchara en suelo.

En los barridos anteriores por tanto se puede observar los movimientos de la pala excavadora frontal, pero en dichos movimiento todavía no están las velocidades finales, las cuales se calcular más adelante del diseño.

4.1.2. Sección de los elementos.

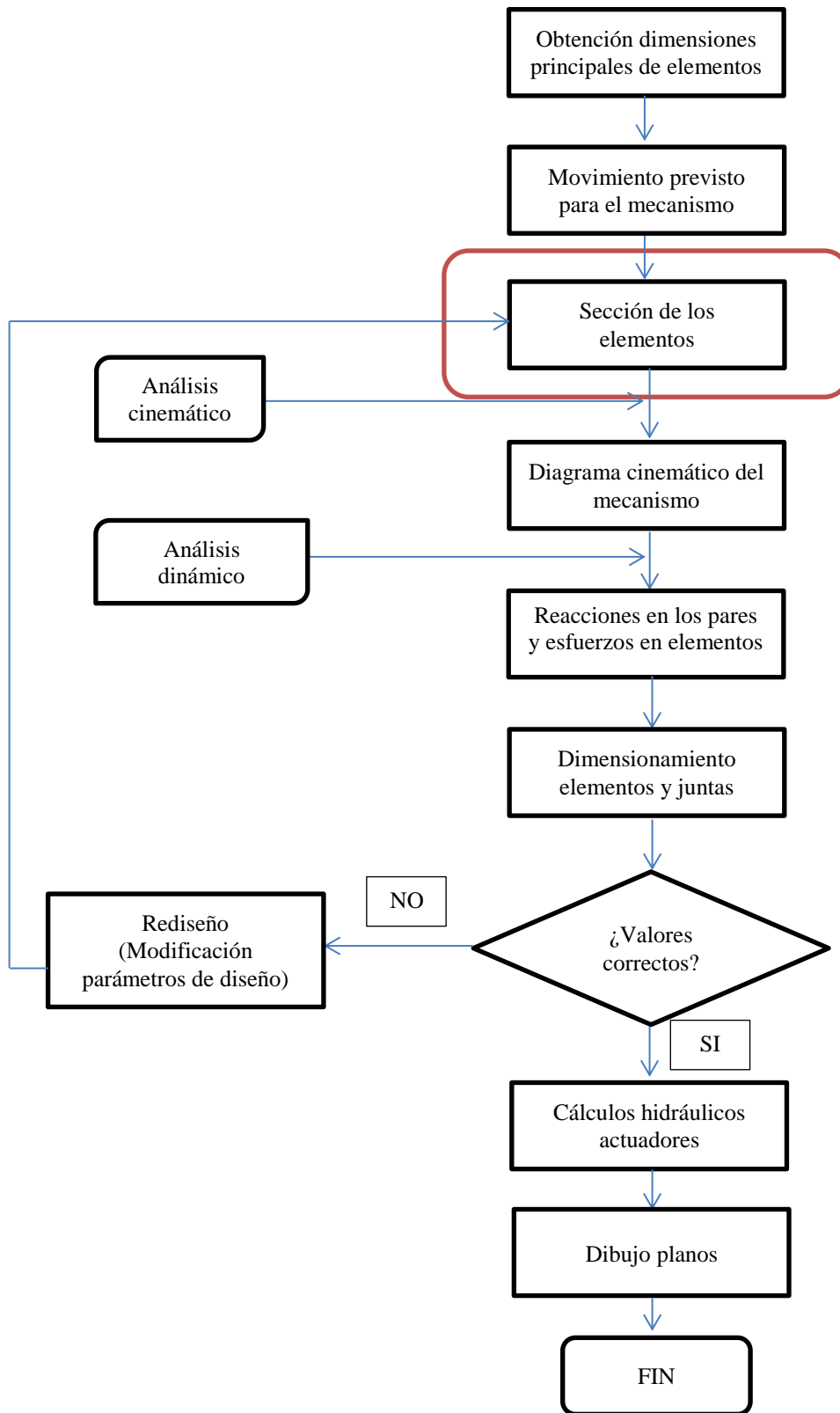


Figura 4.7. Fases de diseño. Sección de los elementos.

Una vez obtenidos los diferentes movimientos a estudios, se generan diferentes versiones de sección dependiendo de las necesidades requeridas. En las siguientes figuras, se podrá observar las secciones finales de la versión 6 del estudio. Este paso es necesario hacerlo antes del análisis cinemático para la obtención del centro de gravedad, para el cálculo de velocidades y aceleraciones, los cuales serán requeridos en cálculos posteriores. Es necesario también decidir el material de los elementos de la pala excavadora, el cual será un acero estructural S235JR debido a su alta resistencia y fiabilidad.

-Pluma:

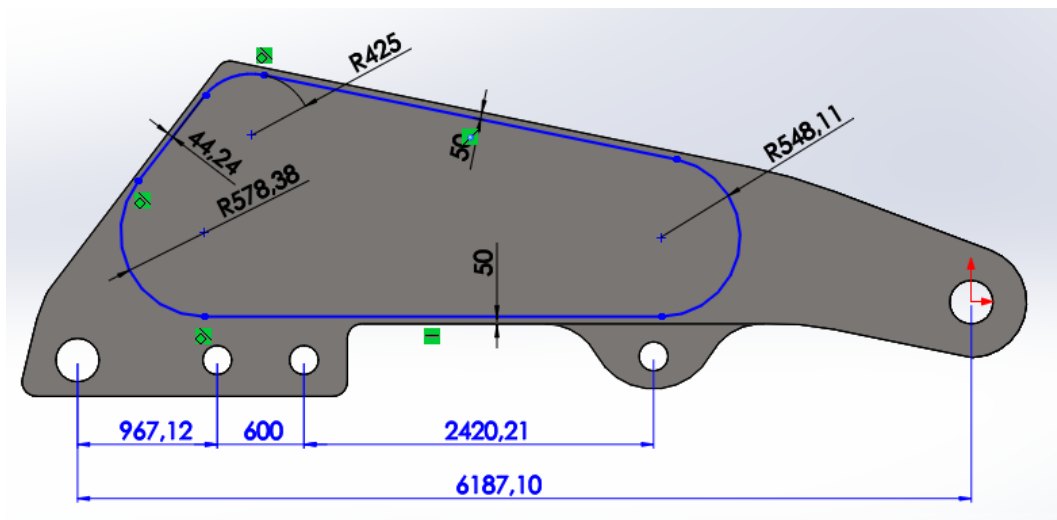


Figura 4.8. Dimensiones del vaciado de la pluma.

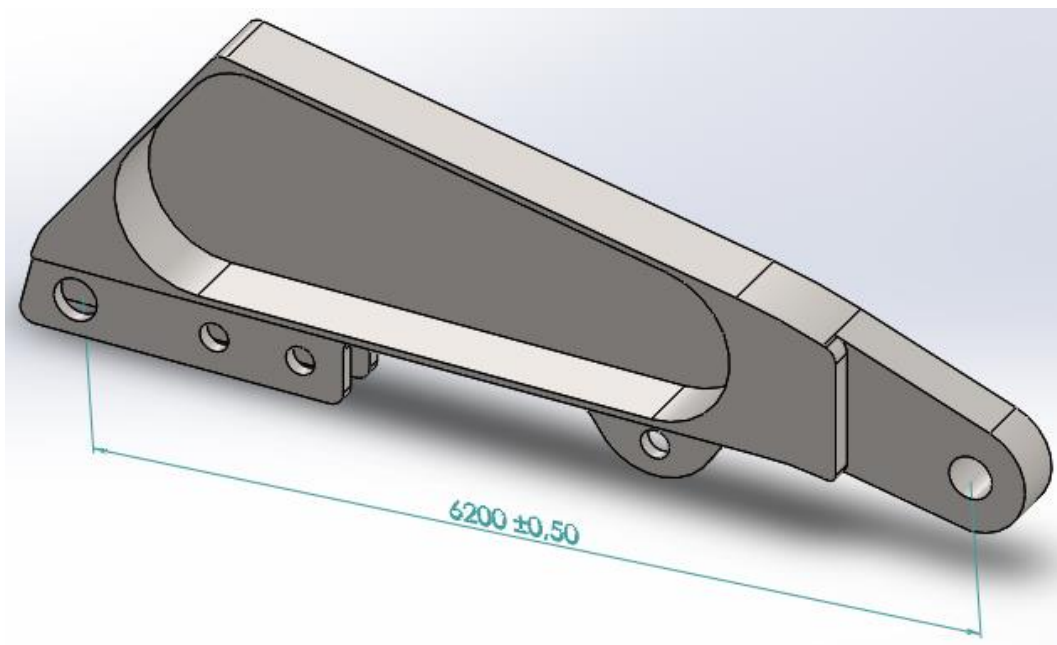


Figura 4.9. Corte pluma y distancia AB.

-Brazo:

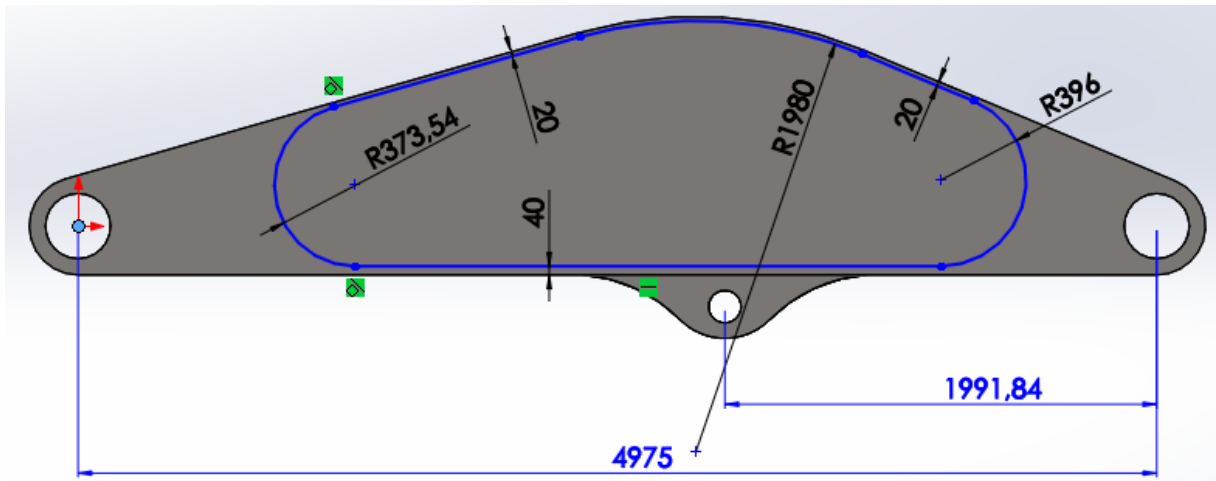


Figura 4.10. Dimensiones del vaciado del brazo.

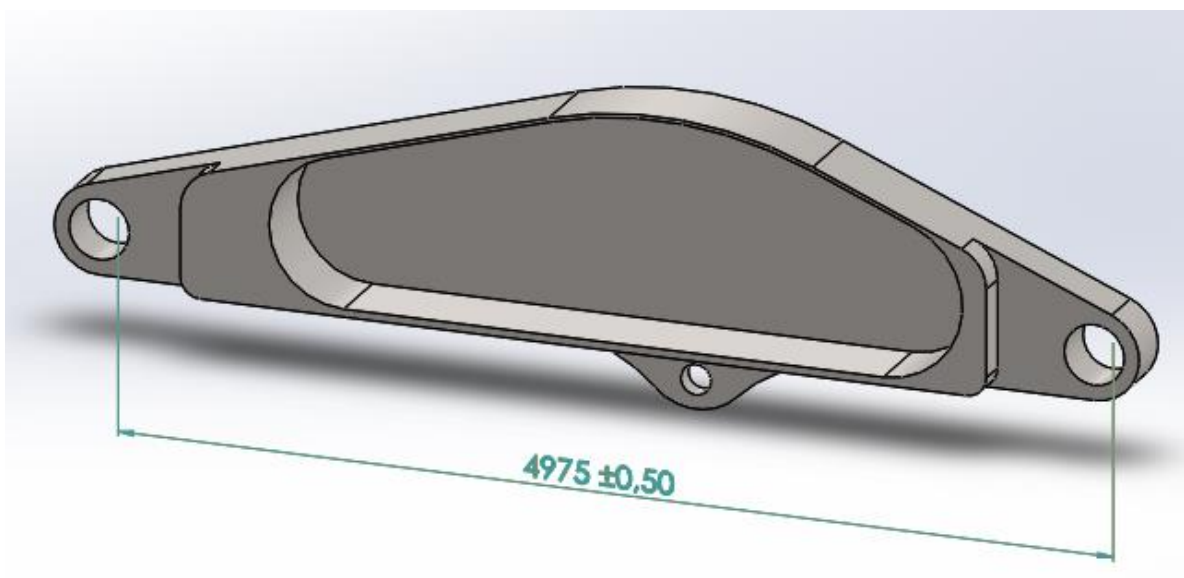


Figura 4.11. Corte brazo y distancia BC.

-Cuchara:

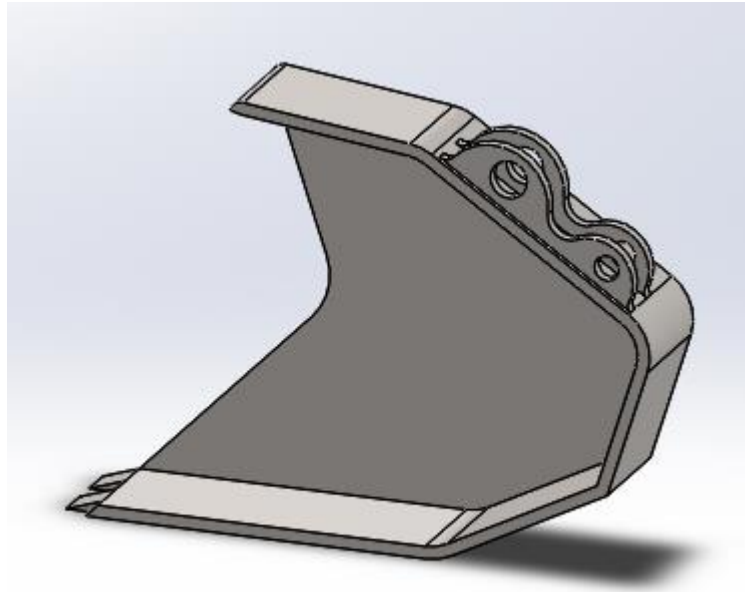


Figura 4.12. Corte cuchara.

Para lograr los espesores adecuados de la pluma, brazo y cuchara ha sido necesario un total de siete versiones diferentes hasta llegar a la más idónea para los intereses del proyecto. En las iteraciones permitentes se ha invertido un tiempo el cual a primera vista no es apreciable en el proyecto, pero el cual ha sido necesario invertir para llegar hasta el punto en el que nos encontramos ahora.

Por tanto en este punto disponemos de los centro de masa como cualquier dato de interés, los cuales se obtienen mediante el software “SolidWorks” y los cuales se han podido observar en el apartado de la memoria en la obtención de los momentos de inercia.

4.1.3. Diagrama cinemático.

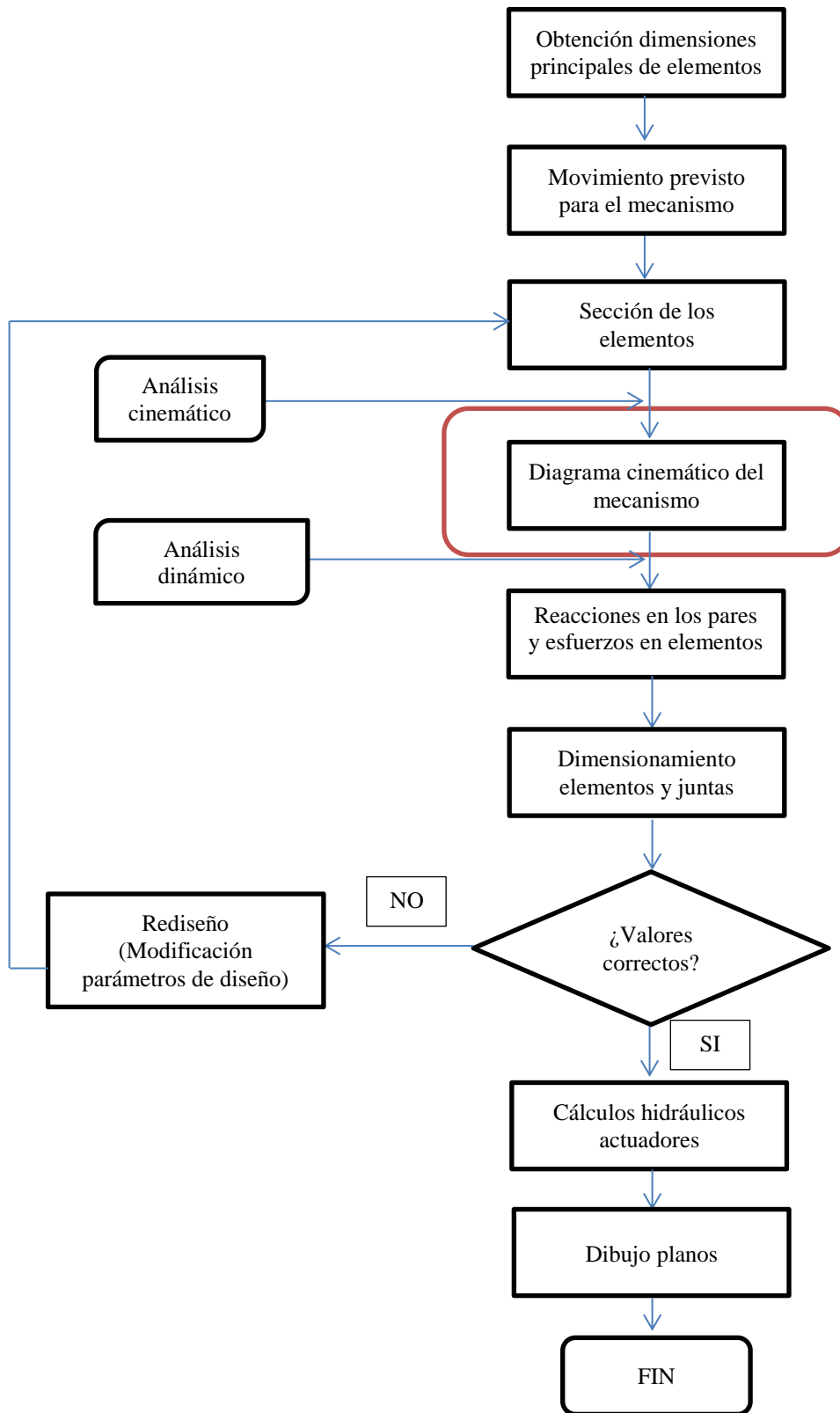


Figura 4.13. Fases de diseño. Diagrama cinemático.

Una vez realizado el análisis cinemático, el cual se puede observar en el apartado 3.8.8.2. de la memoria, se procede a la obtención del diagrama cinemático del mecanismo, para lo que se ha volcado la información obtenida de los cálculos del análisis cinemático en el programa "GIM", en el cual se han generado con anterioridad los movimientos de las posiciones a estudio.

-Alcance máximo:

- Pluma:

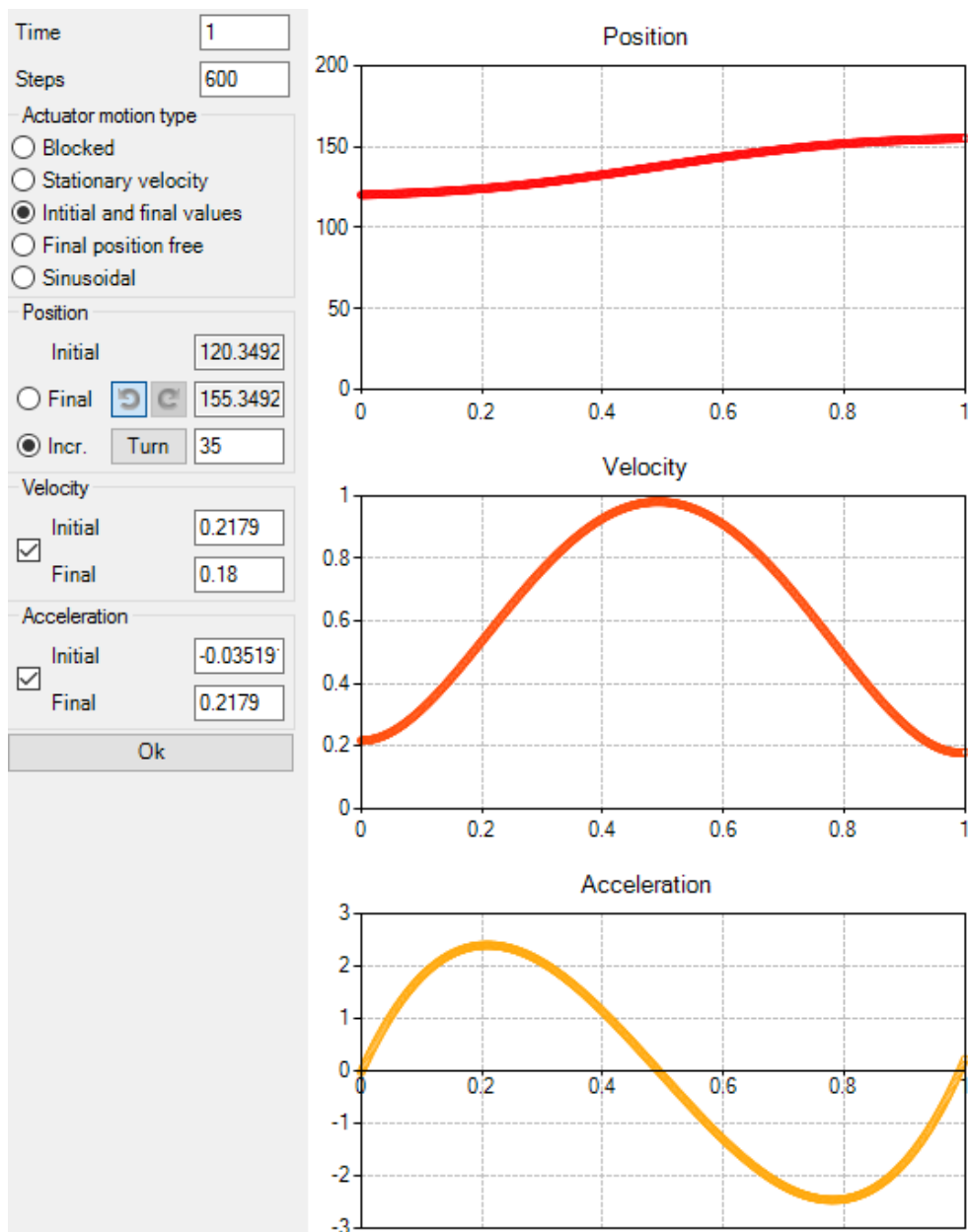


Figura 4.14. Diagramas pluma alcance máximo.

• Brazo:

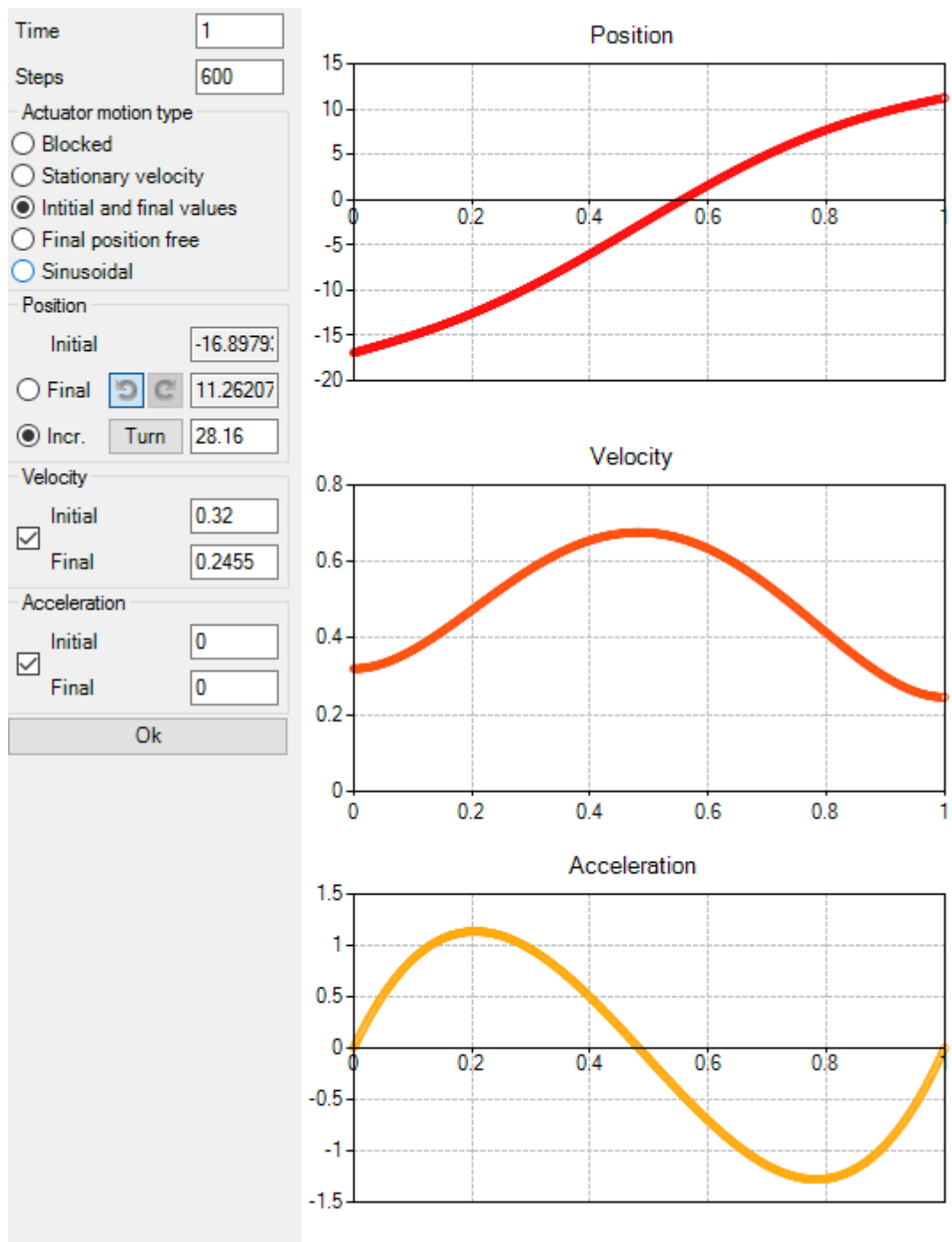


Figura 4.15. Diagramas brazo alcance máximo.

- Cuchara:

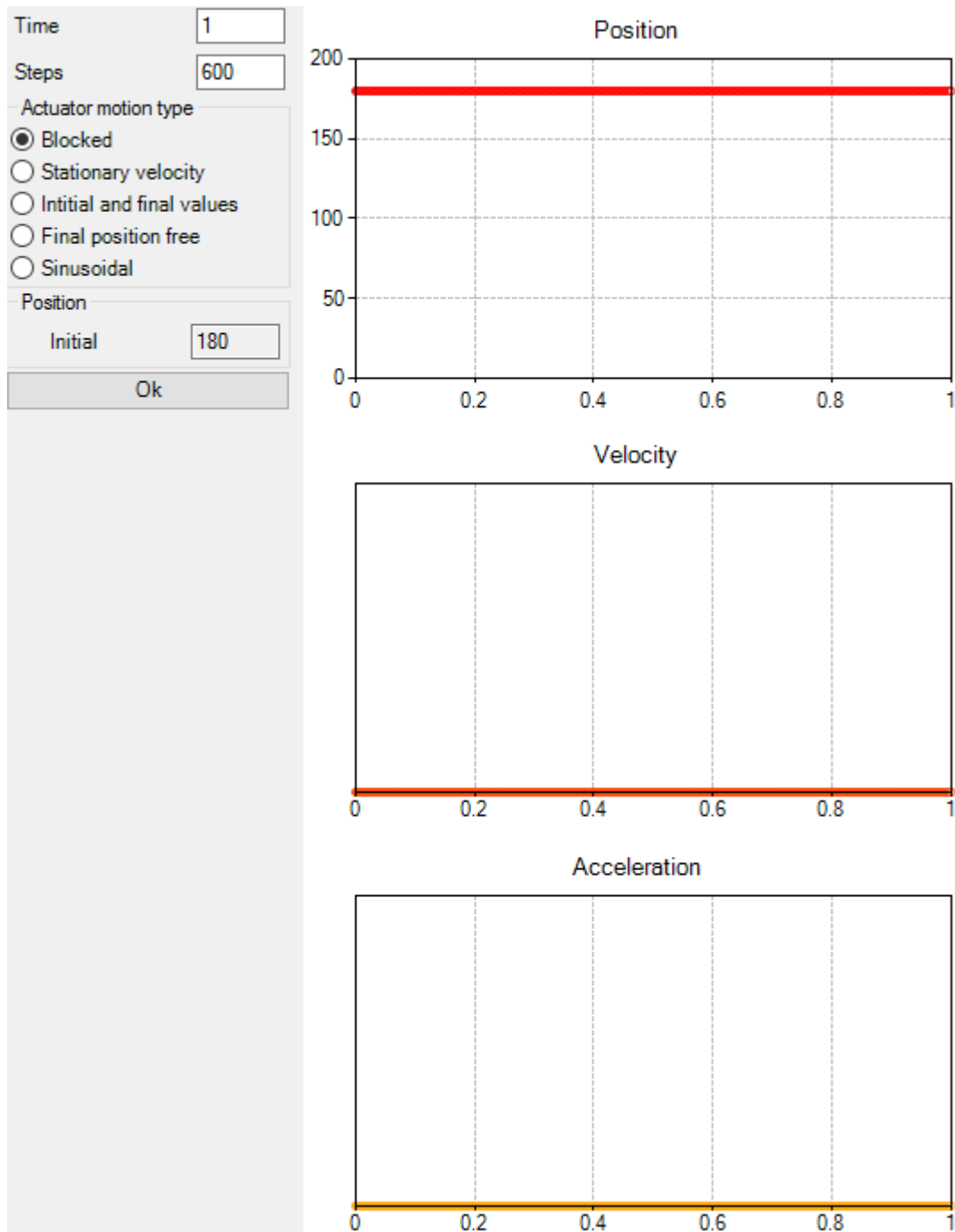


Figura 4.16. Diagramas cuchara alcance máximo.

-Carga material

- Pluma:

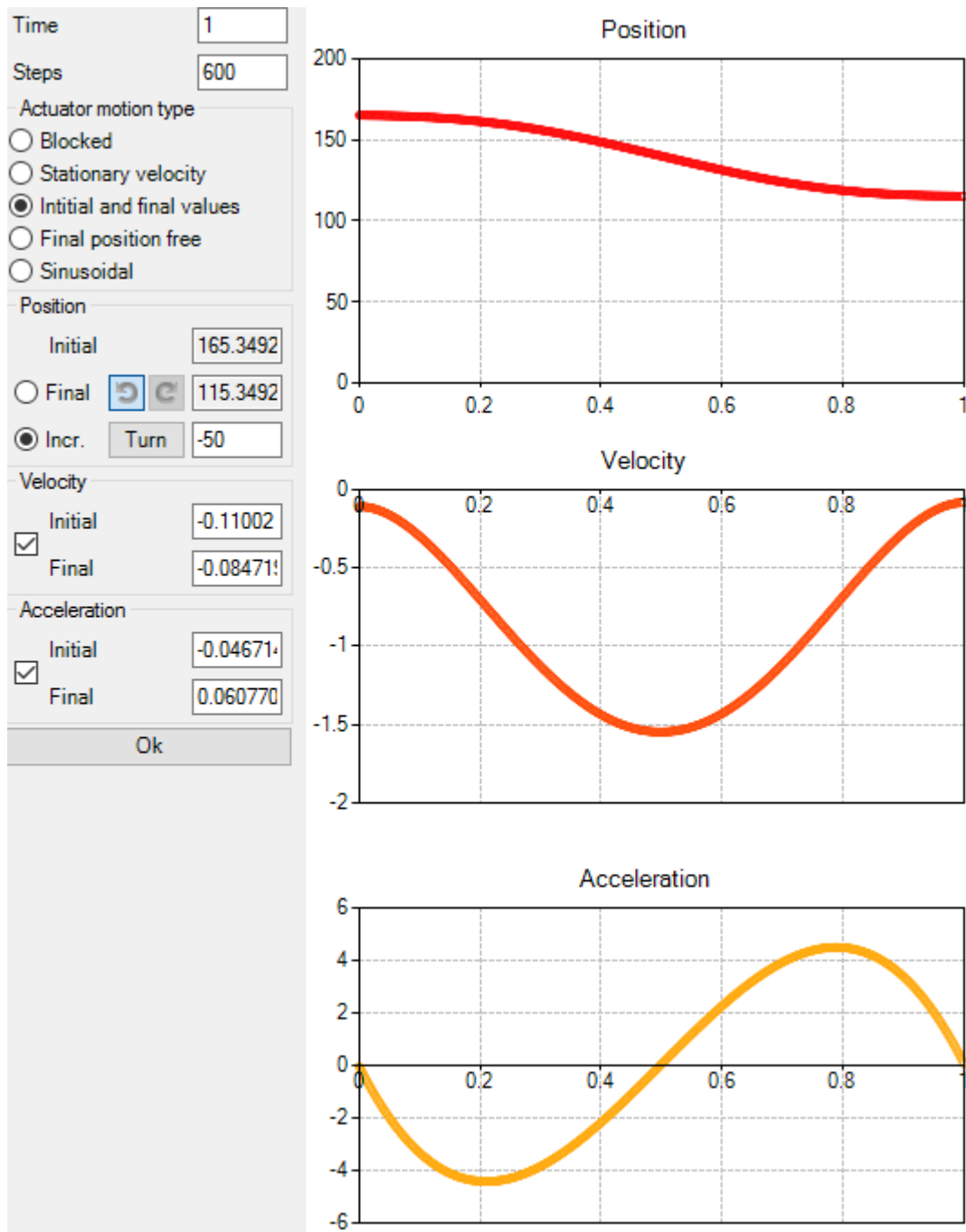


Figura 4.17. Diagramas pluma carga material.

• Brazo:

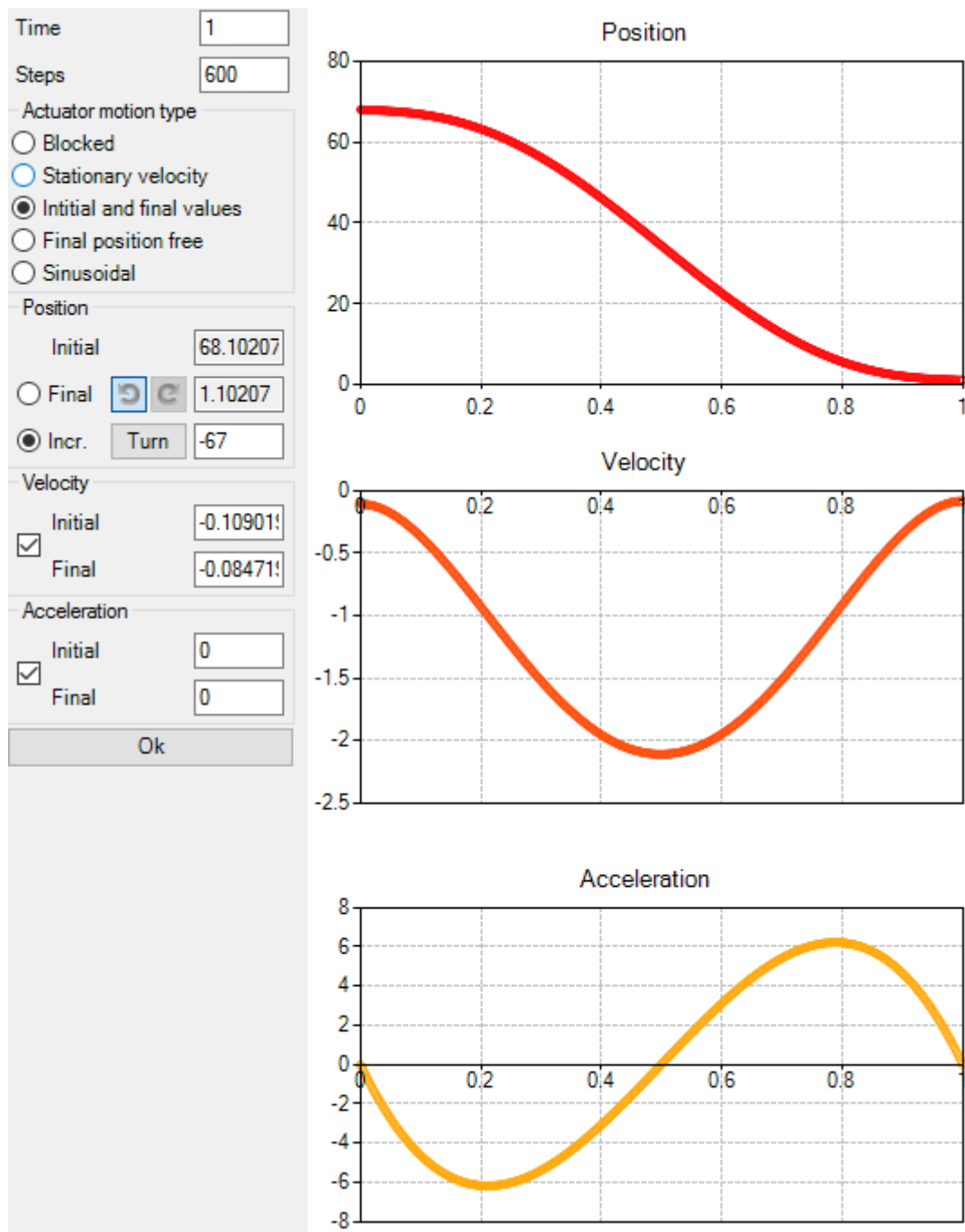


Figura 4.18. Diagramas brazo carga material.

- Cuchara:

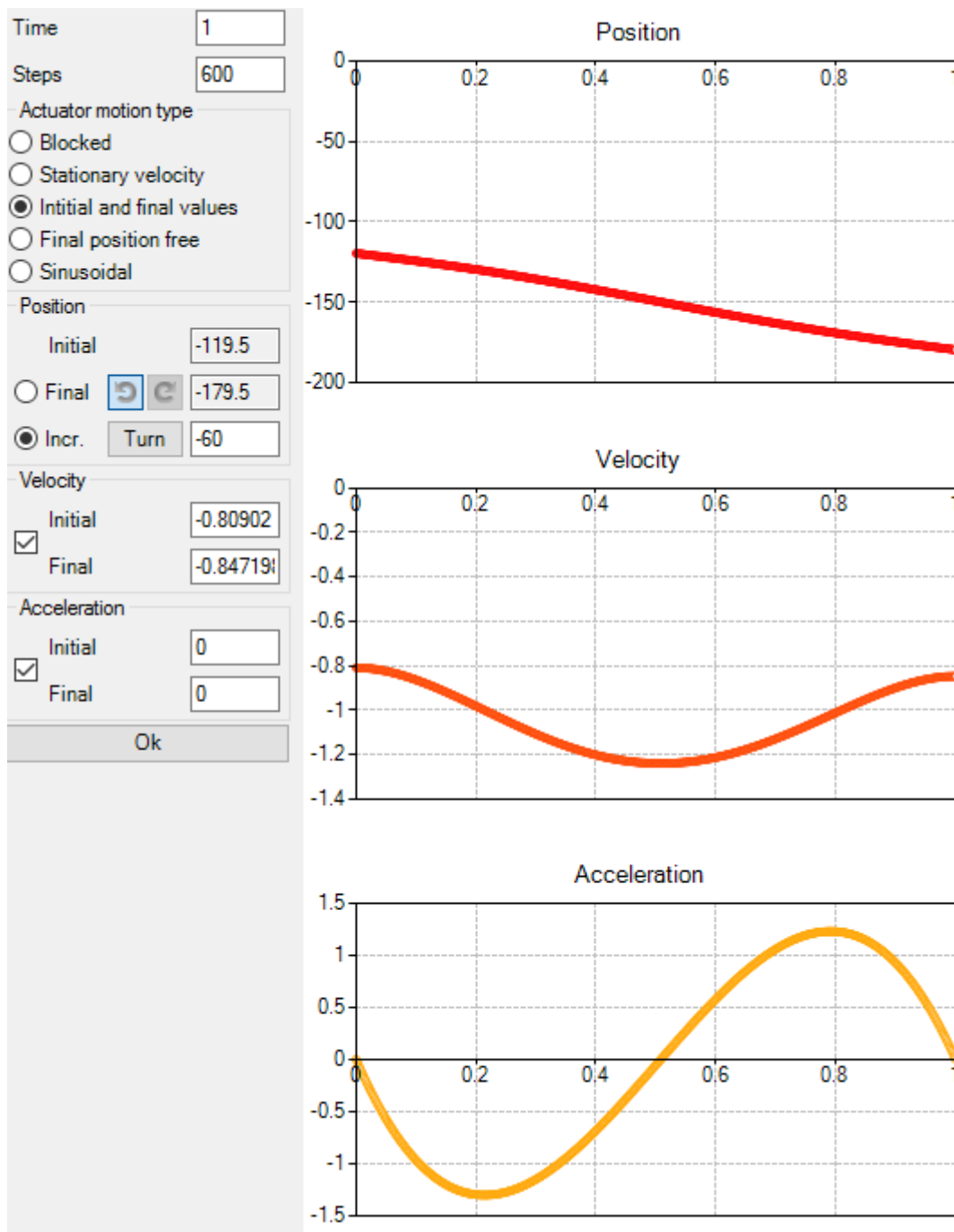


Figura 4.19. Diagramas cuchara carga material.

-Descarga material en camión:

- Pluma:

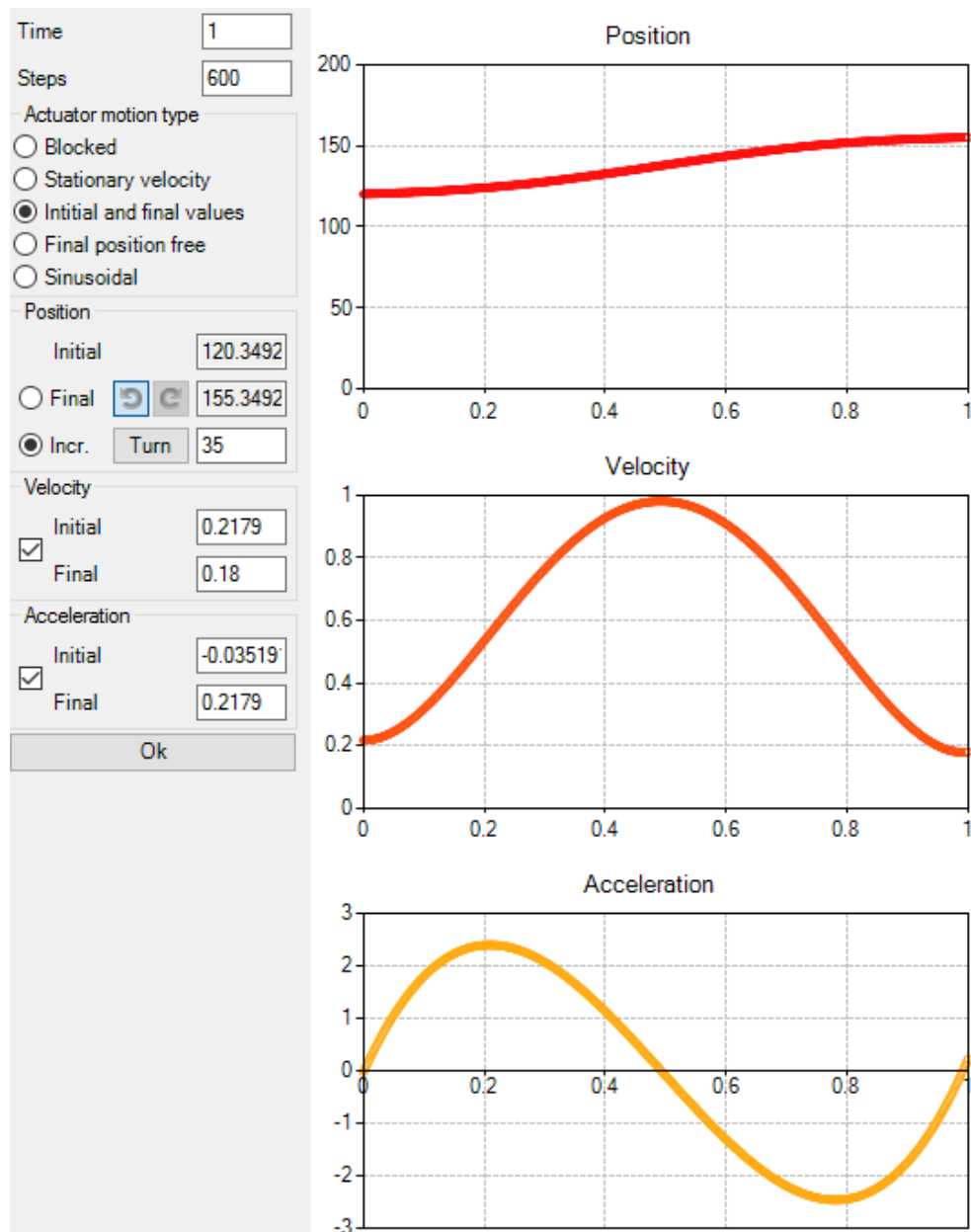


Figura 4.20. Diagramas pluma descarga material en camión.

• Brazo:

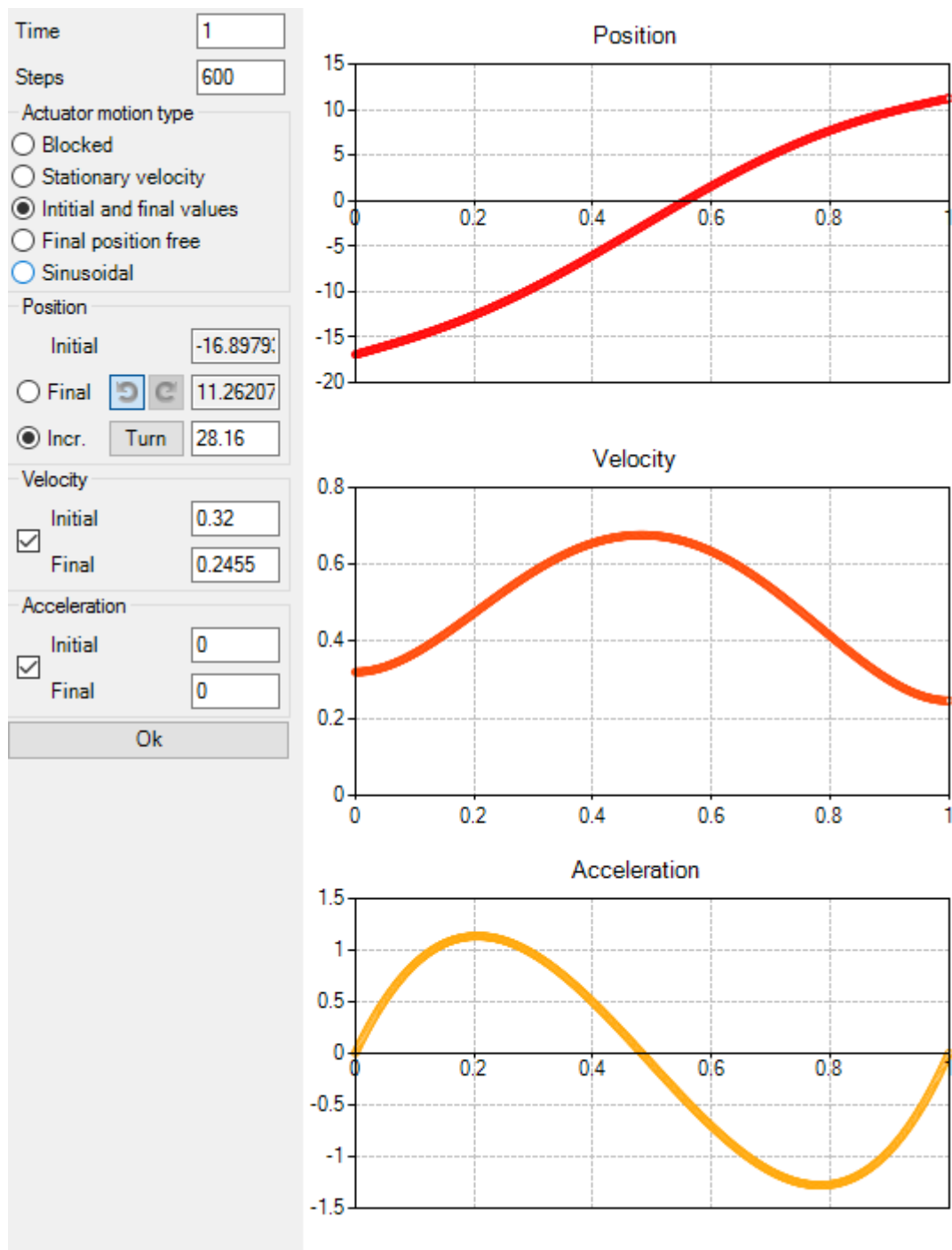


Figura 4.21. Diagramas brazo descarga material en camión.

- Cuchara:

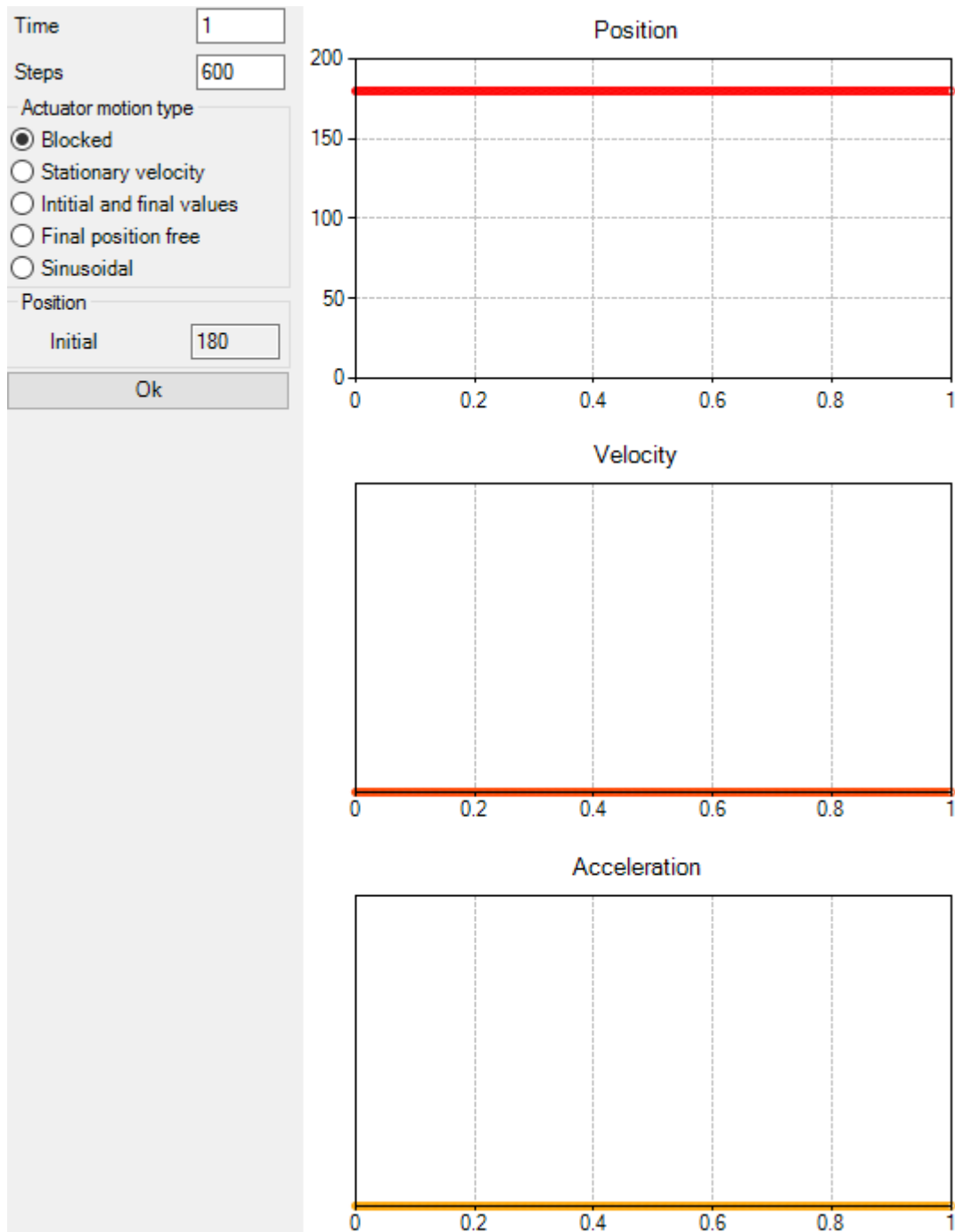


Figura 4.22. Diagramas cuchara descarga material en camión.

-Descarga material en suelo:

- Pluma:

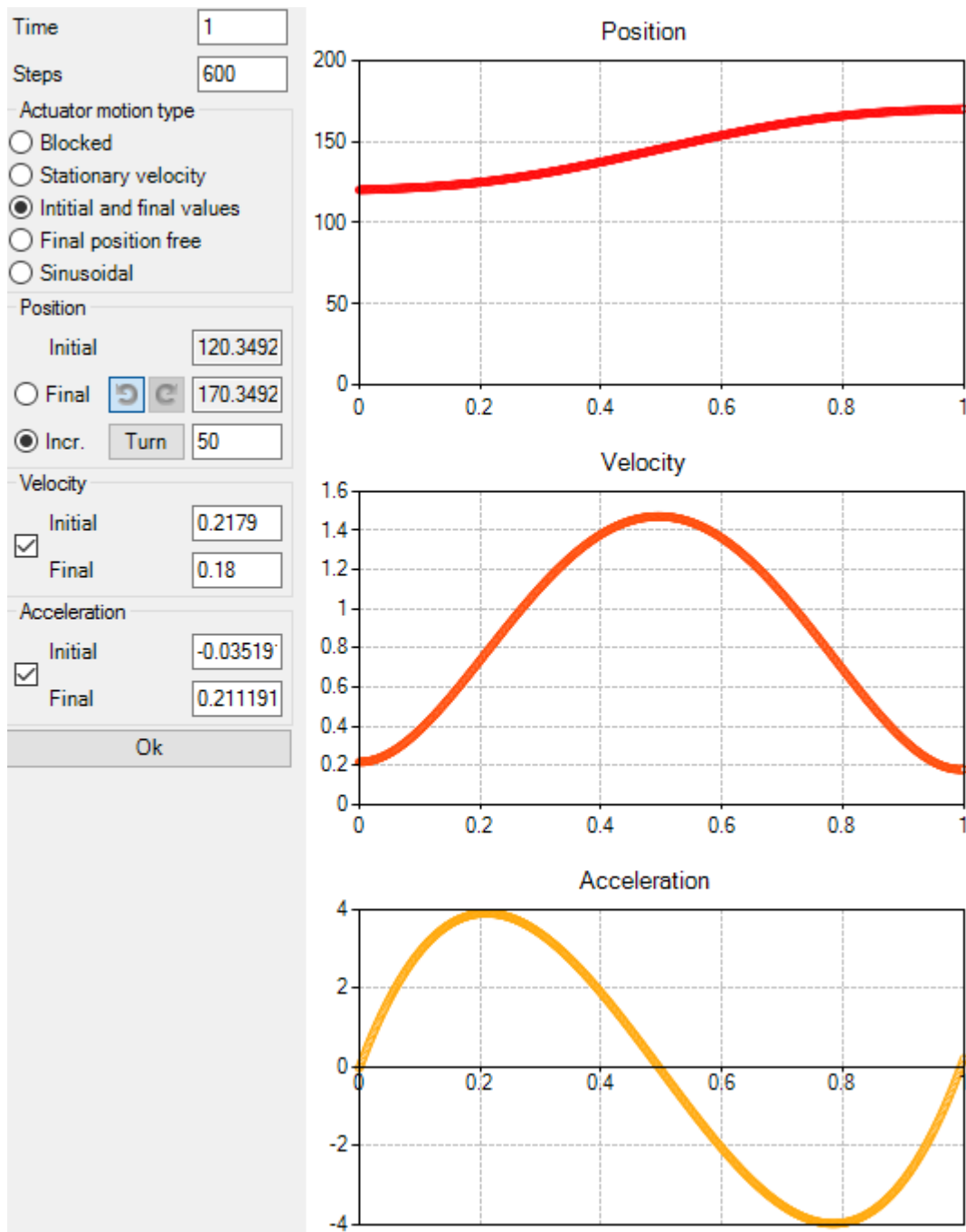


Figura 4.23. Diagramas pluma descarga material en suelo.

• Brazo:

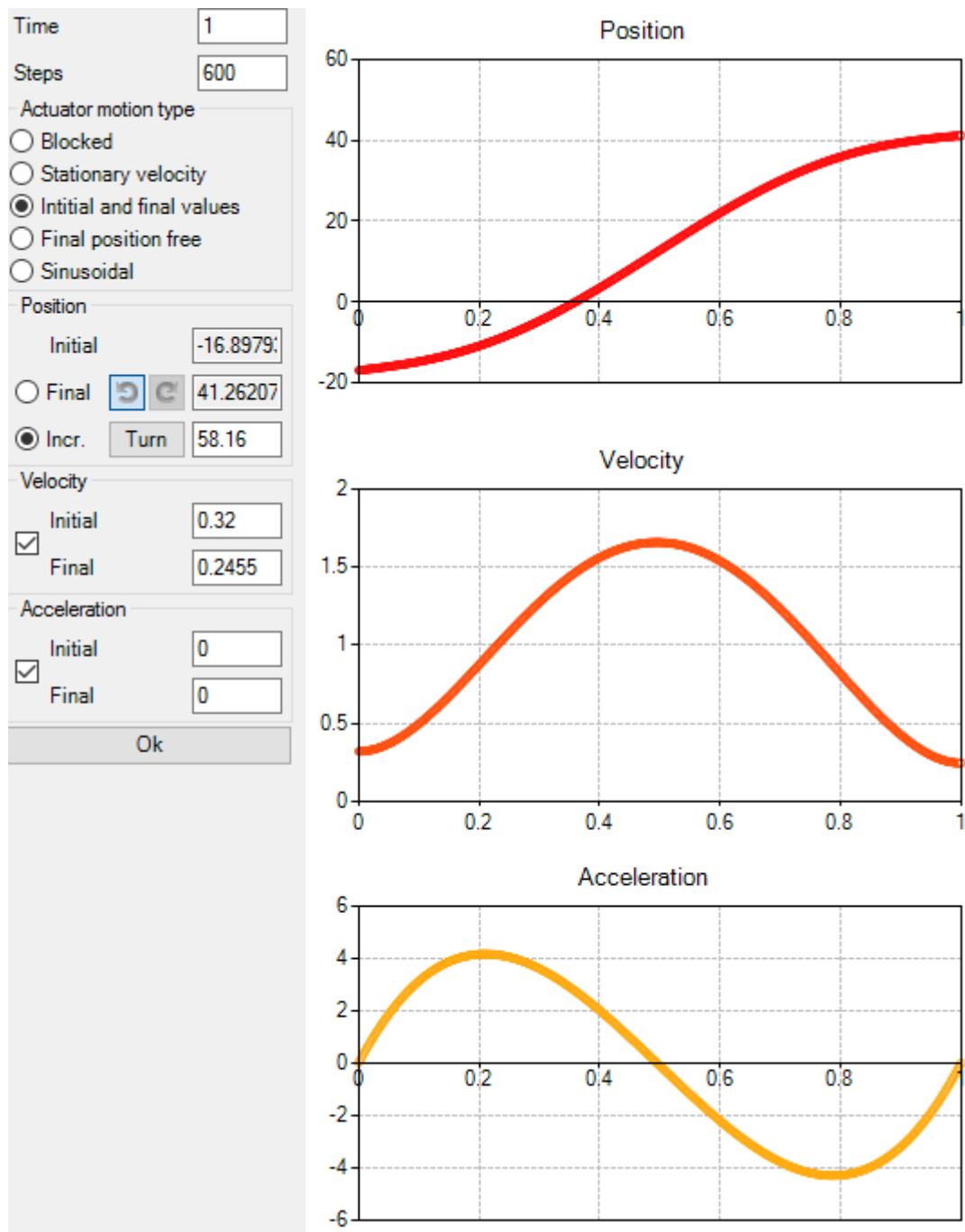


Figura 4.24. Diagramas brazo descarga material en suelo.

- Cuchara:

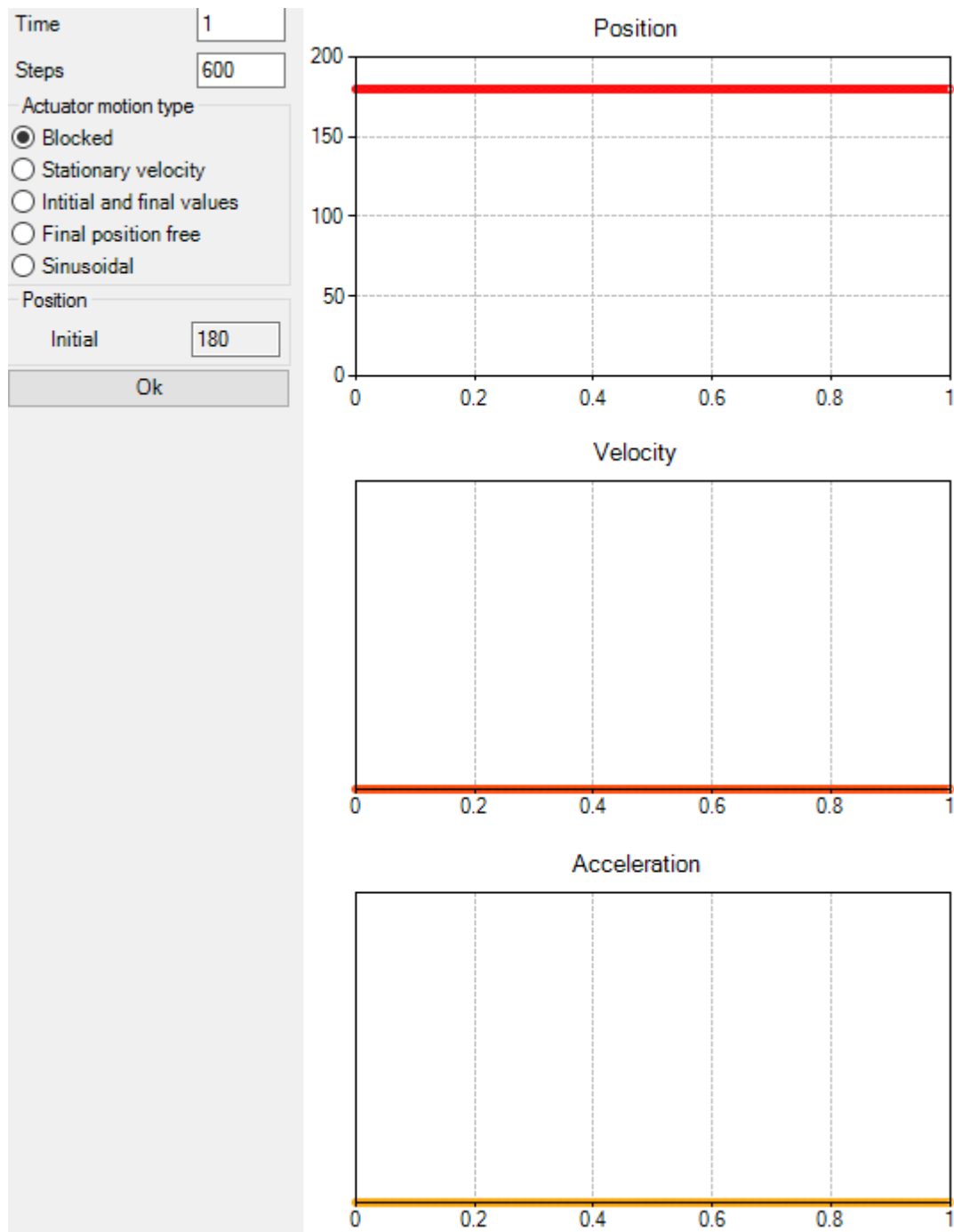


Figura 4.25. Diagramas cuchara descarga material en suelo.

-Posición cuchara suelo:

- Pluma:

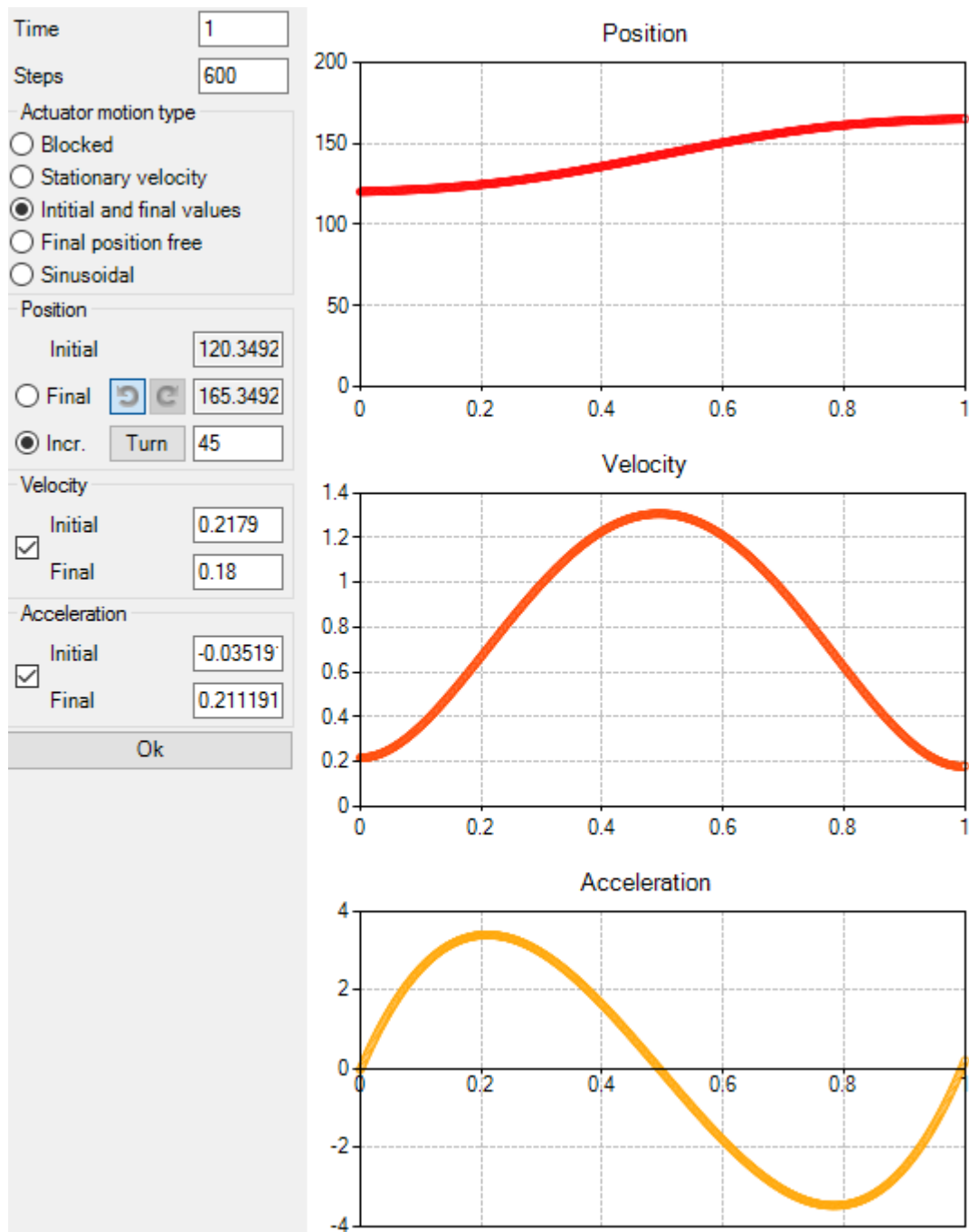


Figura 4.26. Diagramas pluma posición cuchara suelo.

• Brazo:

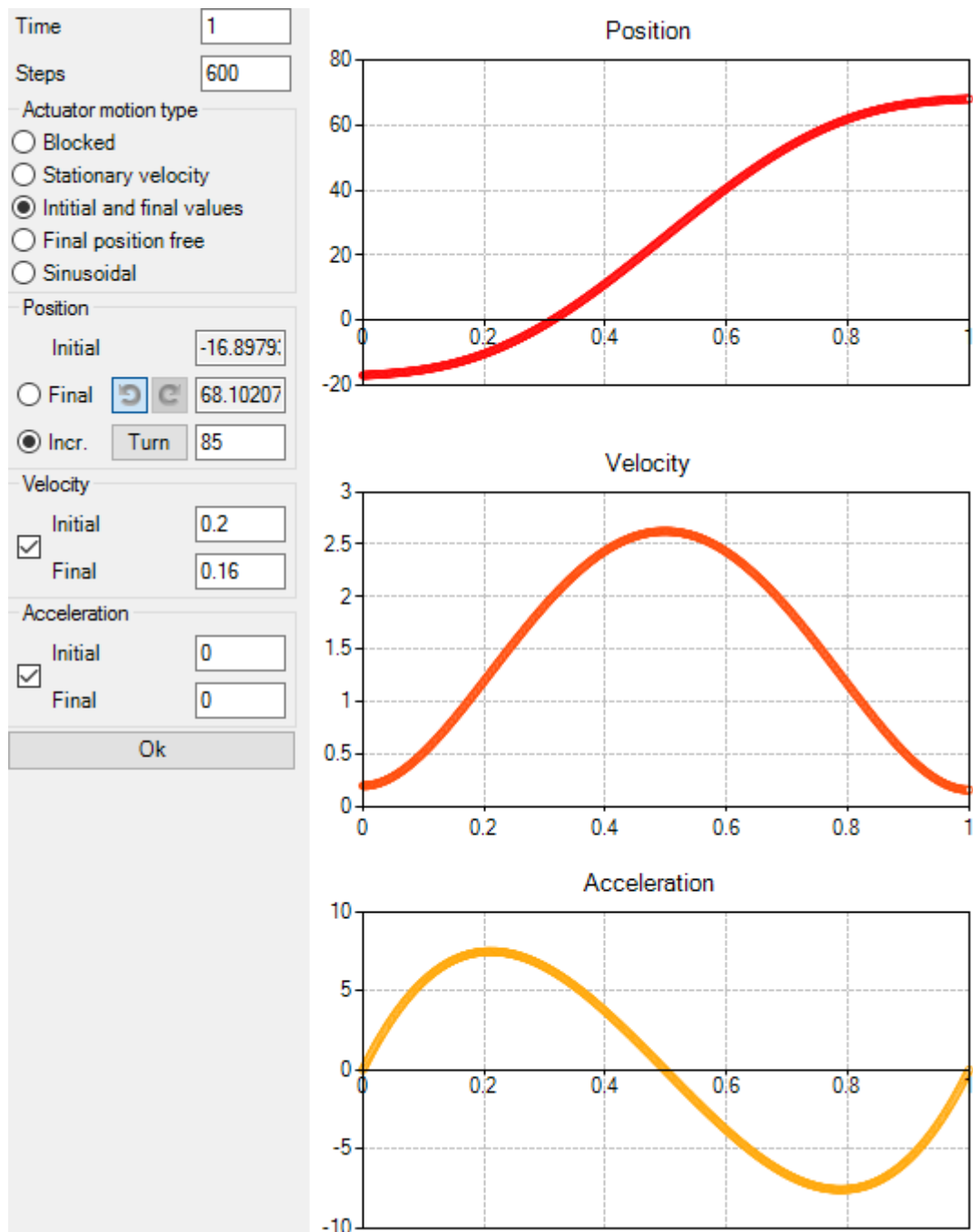


Figura 4.27. Diagramas brazo posición cuchara suelo.

- Cuchara:

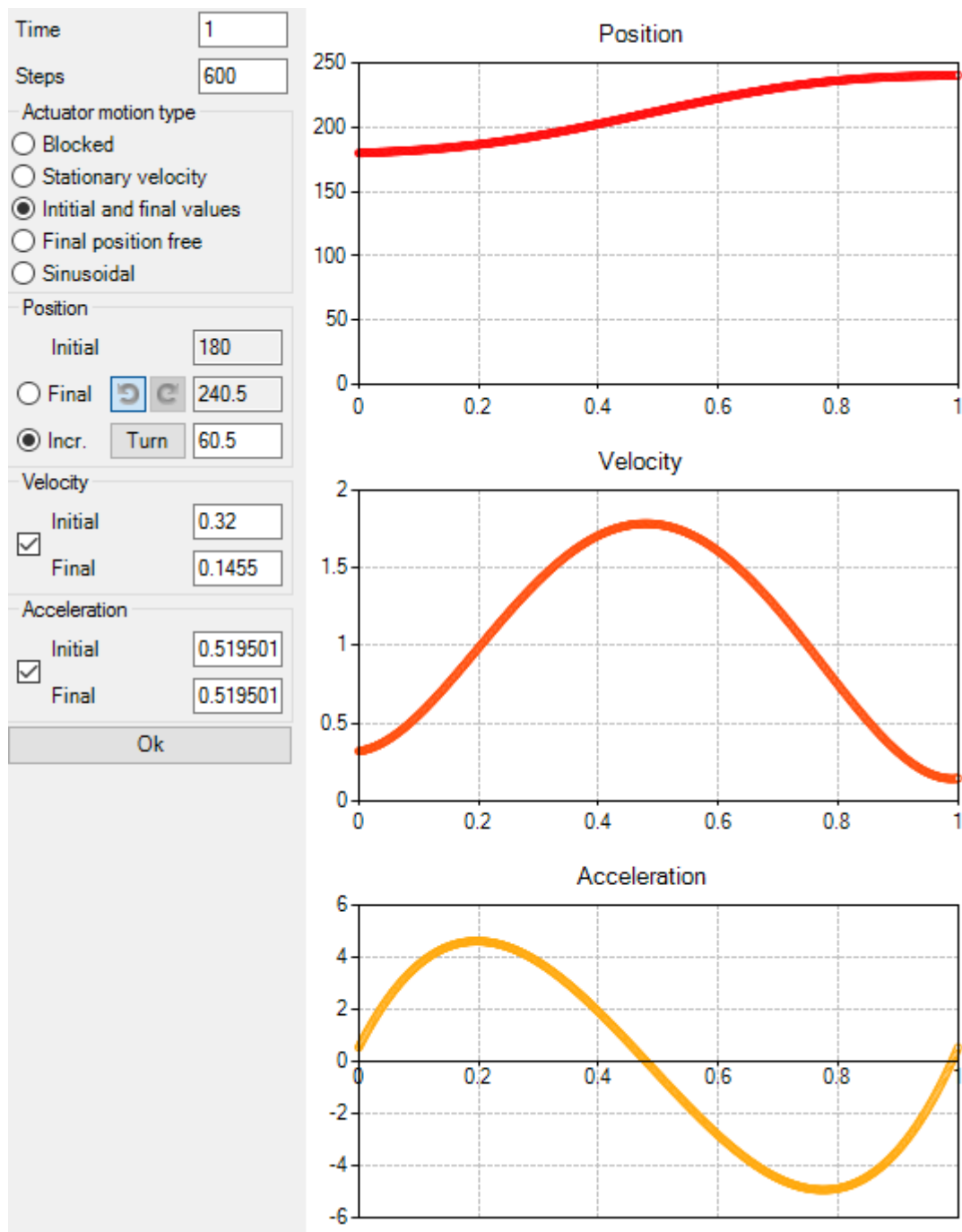


Figura 4.28. Diagramas cuchara posición cuchara suelo.

4.1.4. Dimensionamiento elementos y juntas.

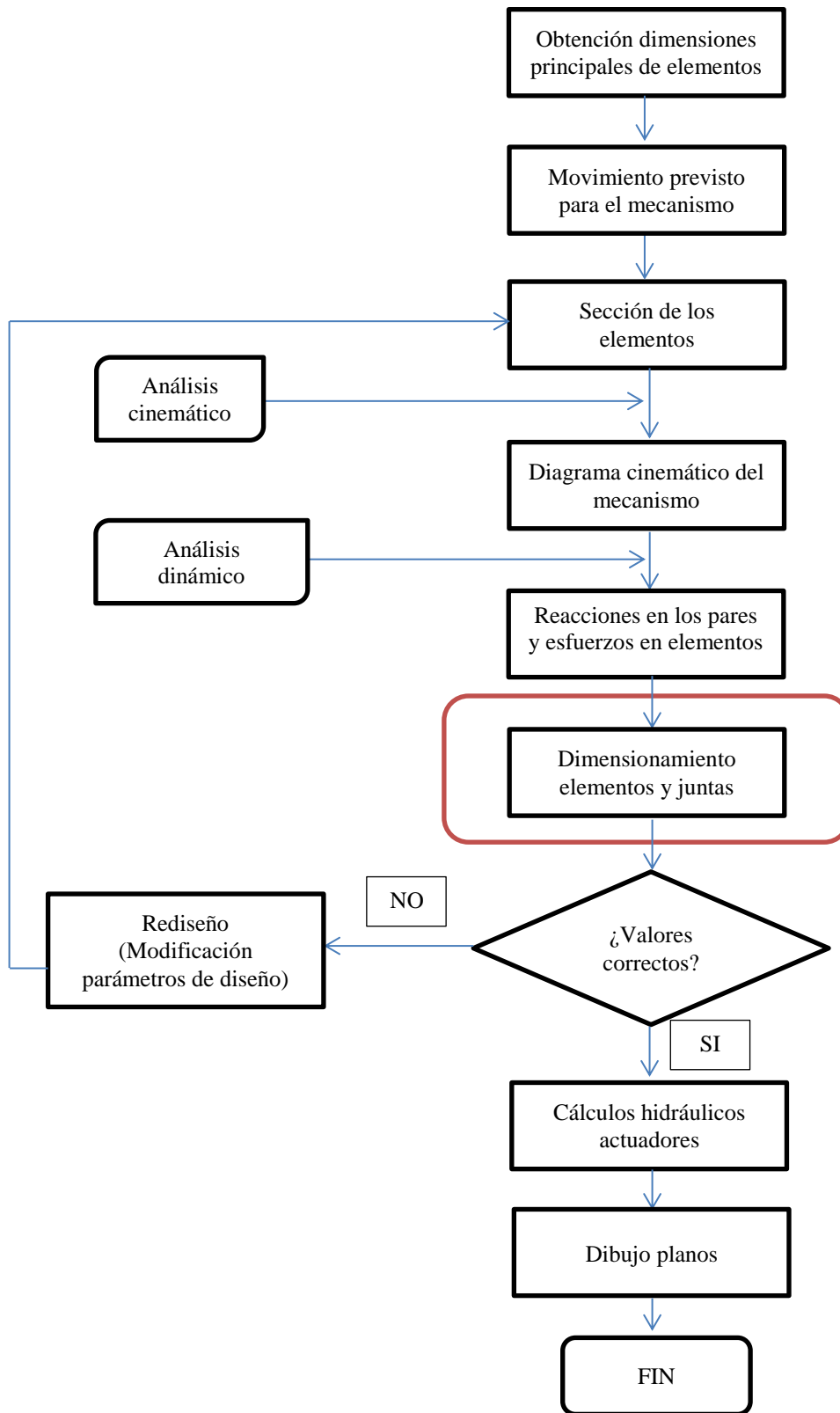


Figura 4.29. Fases de diseño. Dimensionamiento elementos y juntas.

Una vez realizado en análisis dinámico y obtenidas las reacciones en los pares se procede a comprobar la resistencia de los materiales mediante el software “Solidworks Simulation”. Es una herramienta la cual usa el Método de Elementos Finitos, con el fin de calcular tensiones, deformaciones y desplazamientos.

Para ello será necesario seguir unos pasos para realizar el análisis estático del material.

- **Material:** Se debe de definir el material de los elementos de la pala excavadora. “SolidWorks” posee una amplia biblioteca de materiales de la cual se elegirá el material definido.

Material

Propiedades Tablas y curvas Apariencia Rayado Personalizado Datos de apli

Propiedades de material
No se pueden editar los materiales en la biblioteca predeterminada. Para editar un material, cópielo primero a una biblioteca personalizada.

Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal
Unidades: SI - N/m² (Pa)
Categoría: DIN Acero (estructural)
Nombre: 1.0037 (S235JR)
Criterio de fallos predeterminado: Tensión de von Mises máx.
Descripción: St37-2
Origen: Límite de tracción y límite elástico para 3 < t <= 16 mm
Sostenibilidad: Definido

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	2.100000031e+011	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.28	N/D
Módulo cortante	7.9e+010	N/m ²
Densidad de masa	7800	kg/m ³
Límite de tracción	360000000	N/m ²
Límite de compresión		N/m ²
Límite elástico	235000000	N/m ²
Coefficiente de expansión térmica	1.1e-005	/K
Conductividad térmica	14	W/(m·K)

Haga clic [aquí](#) para acceder a más materiales con el portal web de materiales de SOLIDWORKS.

Abrir... Aplicar Cerrar Guardar Config... Ayuda

Figura 4.30. Elección acero estructural S235JR.

- Restricciones: “SolidWorks Simulation” necesita que restrinjamos el movimiento, por la geometría fija en la unión de la pluma con la superestructura de tal forma como se puede observar en las figuras que se muestran a continuación:

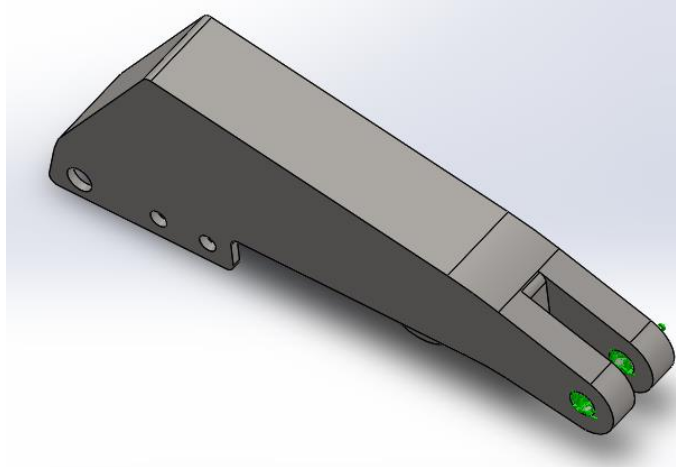


Figura 4.31. Sujeciones pluma.

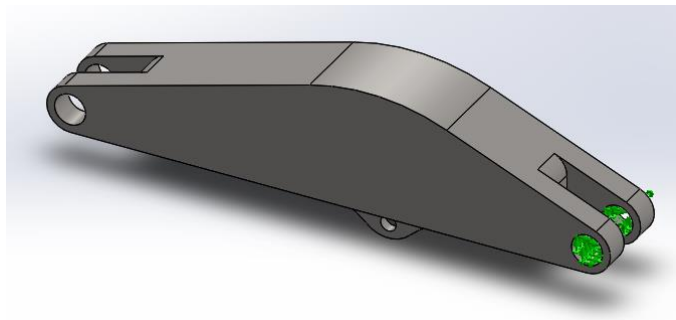


Figura 4.32. Sujeciones brazo.

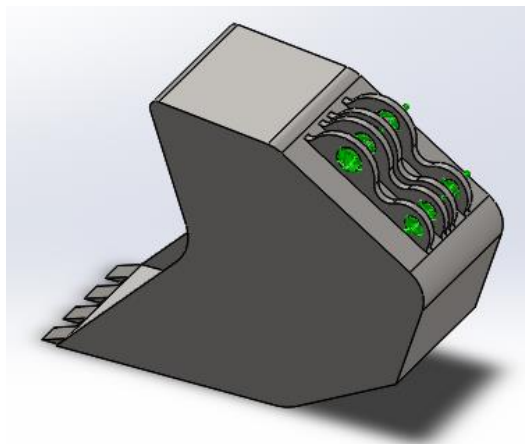


Figura 4.33. Sujeciones cuchara.

- Cargas externas: El análisis se realizara para las cinco posiciones a estudio, las cuales se han definido con anterioridad. Para cada posición se definirán las fuerzas obtenidas en anteriores pasos y de las cuales conocemos sus módulos y direcciones.

-Alcance máximo:

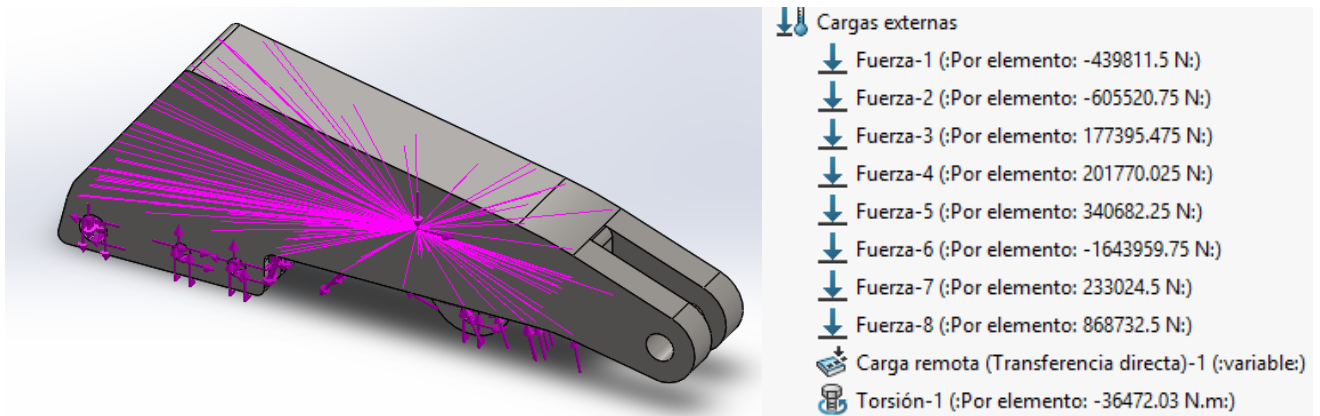


Figura 4.34. Fuerzas pluma en alcance máximo.

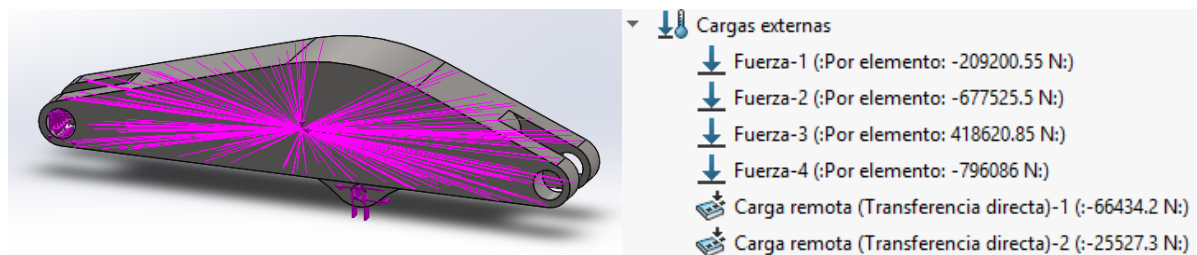


Figura 4.35. Fuerzas brazo en alcance máximo.

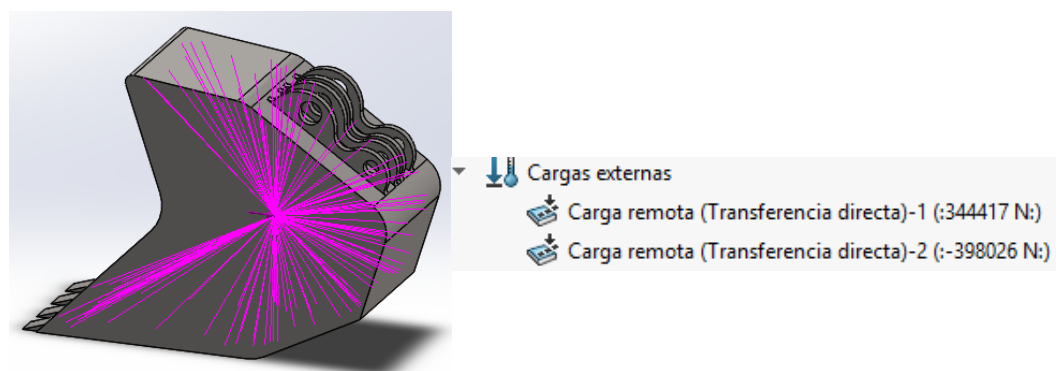


Figura 4.36. Fuerzas cuchara en alcance máximo.

-Carga material:

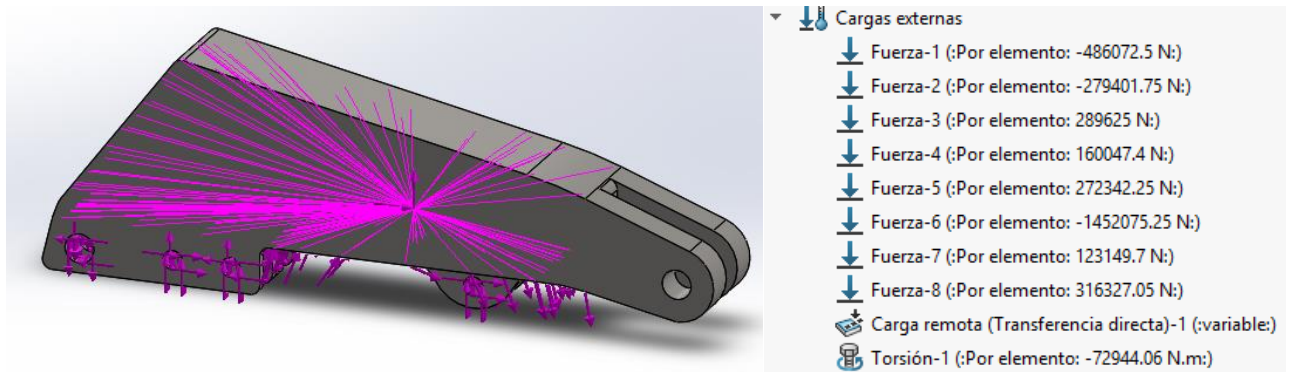


Figura 4.37. Fuerzas pluma en carga material.

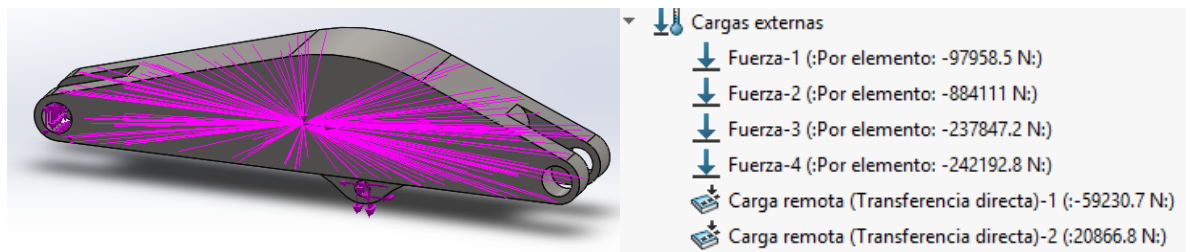


Figura 4.38. Fuerzas brazo en carga material.

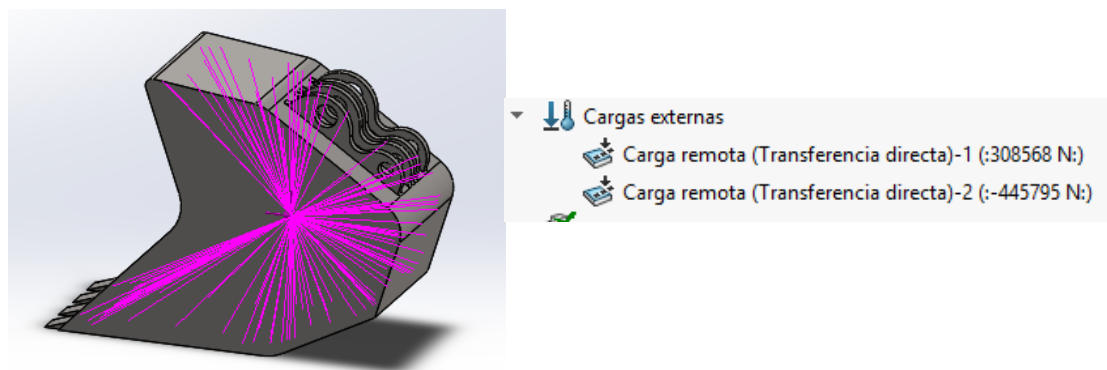


Figura 4.39. Fuerzas cuchara en carga material.

-Descarga material en camión:

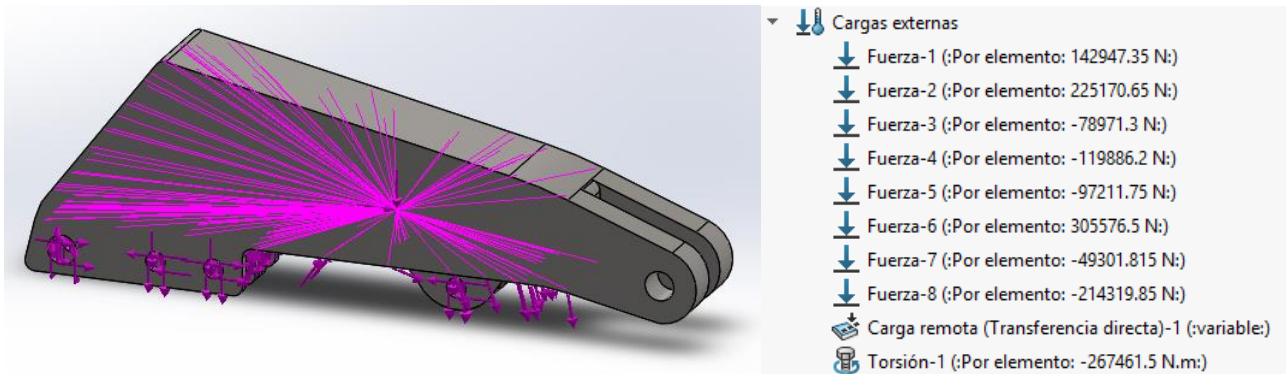


Figura 4.40. Fuerzas pluma en descarga de material en camión.

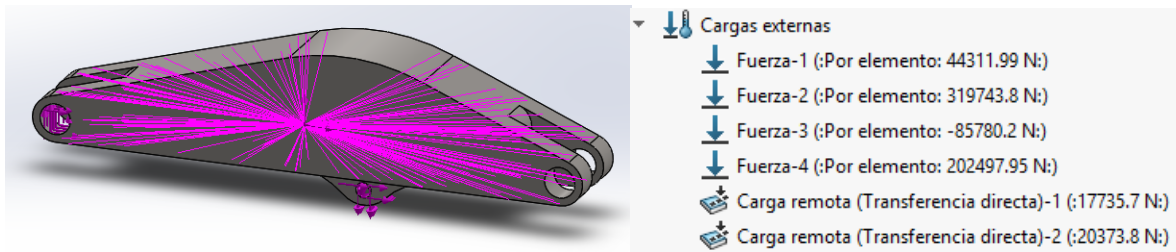


Figura 4.41. Fuerzas brazo en descarga de material en camión.

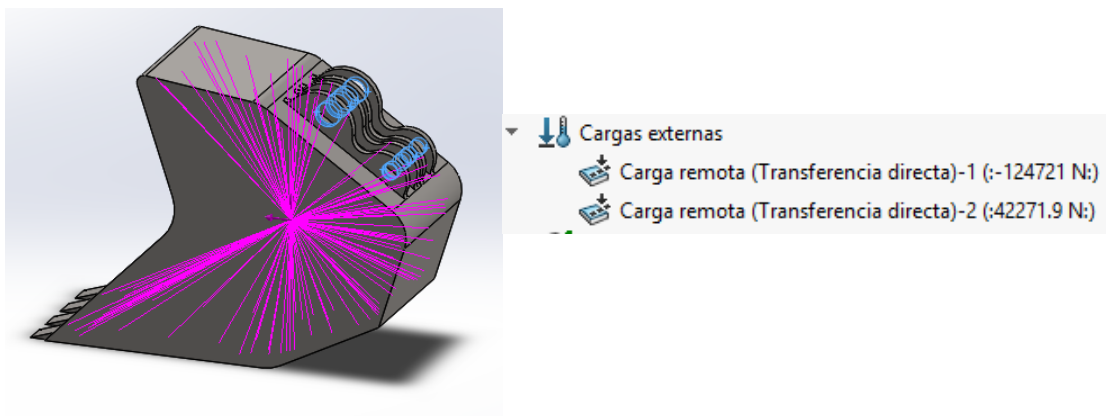


Figura 4.42. Fuerzas cuchara en descarga de material en camión.

-Descarga material en camión:

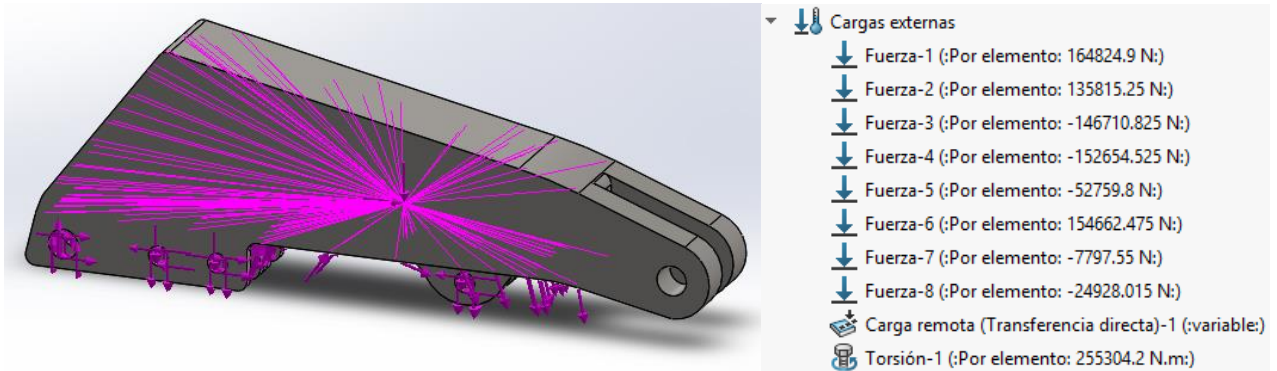


Figura 4.43. Fuerzas pluma en descarga de material en suelo.

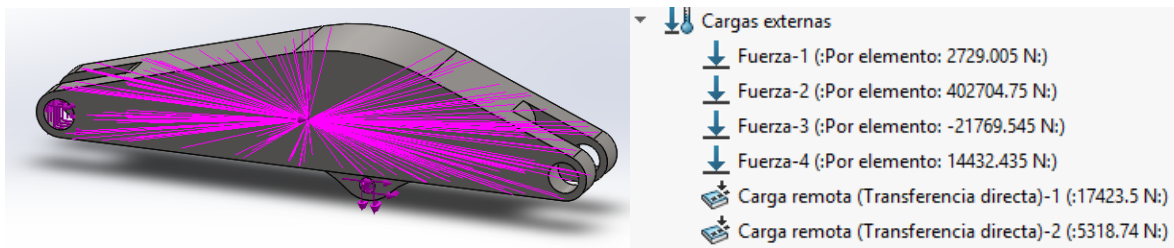


Figura 4.44. Fuerzas brazo en descarga de material en suelo.

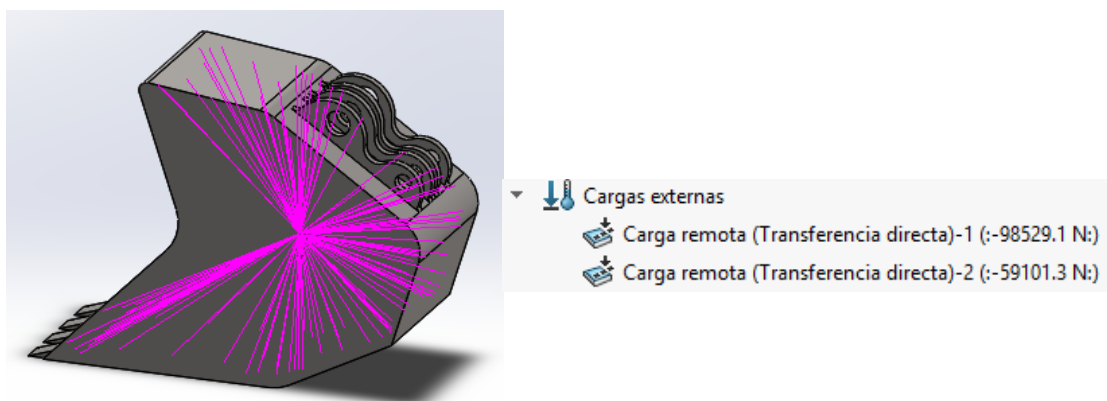


Figura 4.45. Fuerzas cuchara en descarga de material en suelo.

-Posición cuchara suelo:

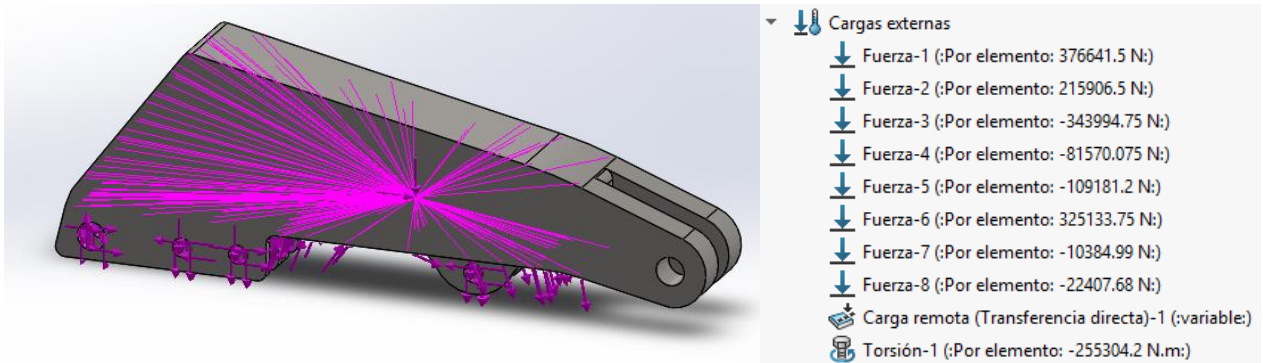


Figura 4.46. Fuerzas pluma en posición cuchara suelo.

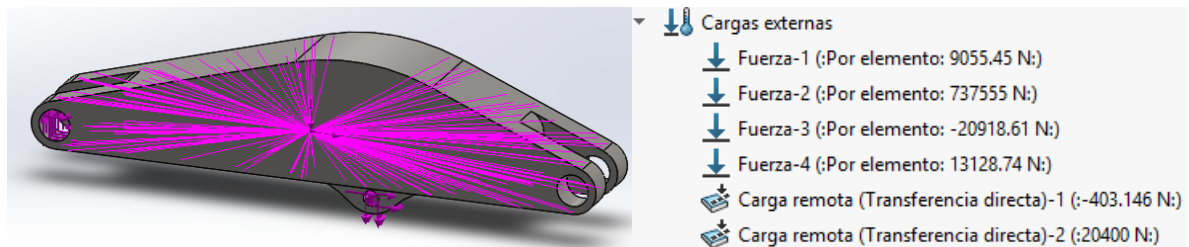


Figura 4.47. Fuerzas brazo en posición cuchara suelo.

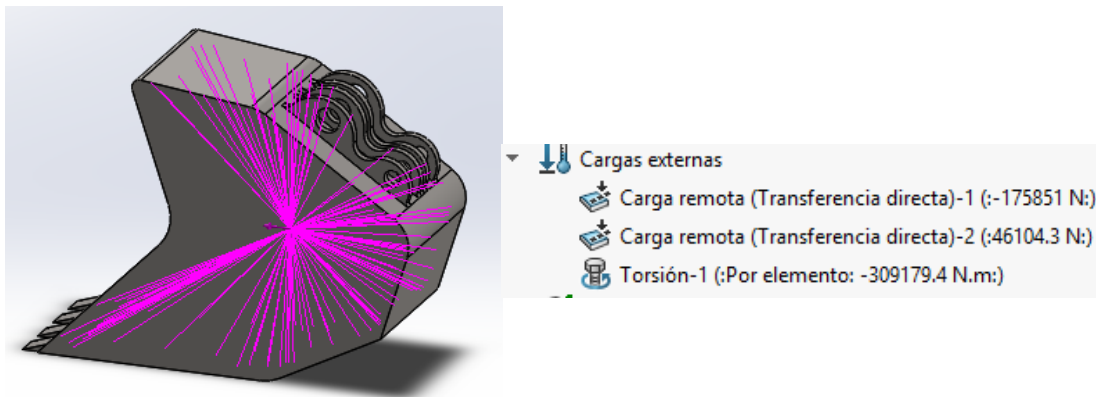


Figura 4.48. Fuerzas cuchara en posición cuchara suelo.

- Mallar: Una vez completados los pasos anteriores, se procede al mallado de la pluma, cuchara y brazo.

-Pluma:

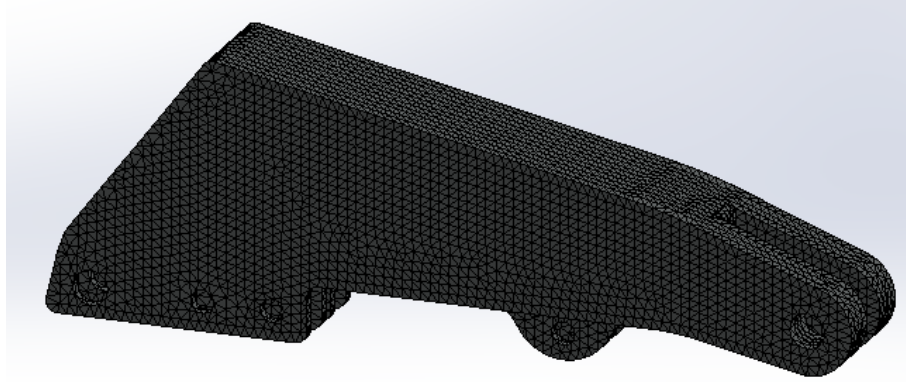


Figura 4.49. Mallado pluma.

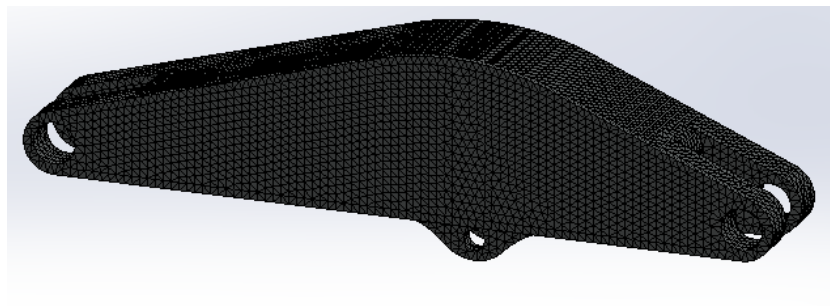


Figura 4.50. Mallado brazo.

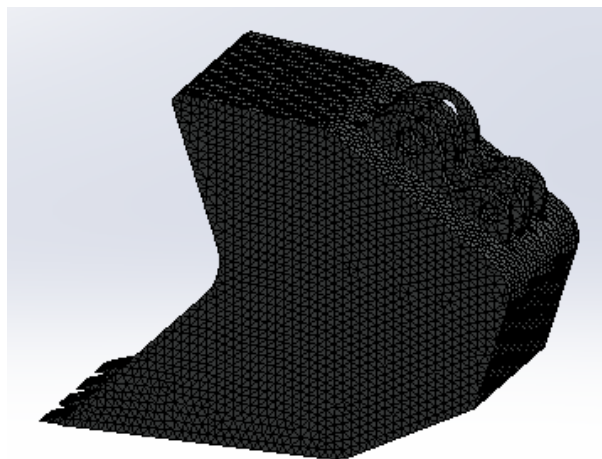


Figura 4.51. Mallado cuchara.