



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA**

Diseño de un sistema de control y monitoreo para la medición, dosificación y  
mezclado de insumos para la preparación de alimentos balanceados

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Mecánico Electricista

**AUTORES:**

Altamirano Benites, Fidel (ORCID: 0000-0002-8123-978X)

Ramos Suclupe, Juan Manuel (ORCID: 0000-0002-1650-0814)

**ASESOR:**

Ing. Peláez Chávez, Víctor (ORCID: 0000-0001-8027-4295)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos

**TRUJILLO – PERÚ**

**2020**

## DEDICATORIA

*El presente estudio se lo queremos dedicar primero A Dios por cada detalle de gratitud y momento durante la realización de nuestros estudios universitarios.*

*Nosotros los autores: Fidel y Juan, queremos dedicar el presente trabajo a nuestras familias: padres, hermanos, esposas e hijos por ser los principales promotores de este sueño exitoso, gracias a ellos por confiar y creer cada día en nuestras expectativas. .*

## AGRADECIMIENTO

*Un agradecimiento al Ing. Víctor Peláez Chávez, por su dirección como asesor especialista, por su visión crítica en los diferentes aspectos técnicos y metodológicos de la presente tesis.*

*Agradecimiento a la Dra. Maria Elisia Armas Alvarado, como asesora metodológica, por su guía constante y por su rectitud en su profesión como docente, por sus lecciones que contribuyen a la investigación científica.*

## PÁGINA DEL JURADO

## PÁGINA DEL JURADO

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Los autores: Fidel Altamirano Benítes con DNI N° 18892804 y Juan Manuel Ramos Suclupe con DNI N° 42152264 a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Ingeniería Mecánica Eléctrica, declaro bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.


En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, diciembre del 2019.



Ramos Suclupe Juan Manuel

DNI:42152264



Altamirano Benites Fidel

DNI:18892804

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
PÁGINA DEL JURADO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	vi
ÍNDICE .....	vii
INDICE DE FIGURAS .....	ix
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT .....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO .....	16
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	16
2.2. Operacionalización de variables:.....	16
2.2.1. Variable Independiente:.....	16
2.2.2. Variable Dependiente: .....	16
2.3. Población y muestra.....	19
2.3.2. Población: .....	19
2.3.3. Muestra: .....	19
2.4. Tecnicas e instrumento de recolecciones de datos, validez y confiabilidad.....	19
2.5. Procedimiento: .....	19
2.6. Metodos de Analisis de Datos: .....	20
2.7. Aspectos Eticos:.....	20
III. RESULTADOS .....	21
3.1. Situación Actual del Área de Medición, Dosificación y Mezclado de Insumos en la Preparación de Alimentos Balanceados.....	21
3.1.1. Ubicación de la problemática: .....	21
3.1.2. Fallas en las áreas de medición, dosificación y mezclado:.....	22
3.1.3. Indicadores de control actuales:.....	27
3.2. Equipos e Instrumentación para el control y Monitoreo Automático en el Área de Medición, Dosificación y Mezclado:.....	32
3.2.1. Parámetros de Operación de los Equipos: .....	33
3.2.2. Instrumentación: .....	35
3.3. Programación del proceso automatizado del área de medición, dosificación y mezclado en la elaboración de los alimentos balanceados: .....	39
3.3.1. Programación para el Alimento Balanceado EA3-F40: .....	39
3.3.2. Programación para el alimento balanceado EA5-F40: .....	42
3.3.3. Programación para el alimento balanceado EA6-F40 .....	45
3.3.4. Programación para el Alimento Balanceado EA7-F40: .....	48
3.3.5. Programación para el alimento balanceado EA3-F41: .....	51

3.3.6. Programación Para El Alimento Balanceado EA5-F41: .....	54
3.3.7. Programación para El Alimento Balanceado EA6-F41:.....	57
3.3.8. Programación para el Alimento Balanceado EA7-F41: .....	60
3.3.9. Programación para el Alimento Balanceado Ra1-F22: .....	63
3.3.10. Programación para el Alimento Balanceado RA8-F22: .....	66
3.4. Análisis económico y financiero: .....	69
3.4.1. Inversión en Activos Fijos:.....	69
3.4.2. Beneficio útil: .....	69
3.4.3. Retorno Operacional de la Inversión: .....	70
3.4.4. Valor actual neto y tasa interna de rentabilidad: .....	70
IV. DISCUSIÓN.....	72
V. CONCLUSIONES .....	75
VI. RECOMENDACIONES .....	76
REFERENCIAS .....	77
ANEXOS.....	80



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Etapas de la elaboración del alimento balanceado.....	2
Figura N° 2: Flujo grama de las etapas de elaboración del alimento balanceado- Planta el molino Milagro, 2019.....	3
Figura N° 3: Dosificación y mezclado- Planta el molino Milagro, 2019 Fuente: Elaborada por los Autores.....	4
Figura N° 4: Elementos funcionales de un control lógico programable.....	11
Figura N° 5: Lenguajes de programación para PLC Fuente: Elaboración propia. ....	12
Figura N° 6: Figura 06: Pantalla HMI Fuente: (Siemens, 2015).....	12
Figura N° 7: Diagrama de flujo del procedimiento de la investigación Fuente: Elaborado por los Autores.....	19
Figura N° 8: Diagrama de flujo de las áreas medición, dosificación y mezclado Fuente: Elaborado por los autores. ....	21
Figura N° 9: Figura 09: Falla “Inexactitud del tiempo de mezclado” en la máquina mezcladora Horizontal – Planta el molino el Milagro, 2019.Fuente: Elaborado por los autores. ....	22
Figura N° 10: Falla “Inexactitud en la cantidad de insumos para la elaboración de un Batch” en un determinado tipo de alimento balanceado para aves – Planta el molino el Milagro, 2019.Fuente: Elaborado por los Autores. ....	23
Figura N° 11: Falla “Inestabilidad en el tiempo en el proceso de dosificación y mezclado”– Planta el molino el Milagro, 2019.Fuente: Elaborado por los Autores. ....	24
Figura N° 12: Falla “Ineficiencia en el registro de los insumos empleados”– Planta el molino el Milagro, 2019.Fuente: Elaborado por los Autores.....	26
Figura N° 13: Equipos e instrumentación para el control y monitoreo del área de medición, dosificación y mezclado Fuente: Elaborado por los Autores. ....	32
Figura N° 14: Características nominales del sensor de nivel NG 3100 versión cable.....	35
Figura N° 15: Características nominales del sensor de peso LTI laser .....	36
Figura N° 16: Entradas y salidas de control automático del PLC.....	37
Figura N° 17: Características nominales del PLC SIMATIC S7-400.....	38
Figura N° 18: Memoria de programación automática del batch EA3-F40 Fuente: Elaborado por los autores, Software TIA (Totally integrated automation) Portal V13 Siemens, 2019.....	41
Figura N° 19: Memoria de programación automática del batch EA5-F40 Fuente: Elaborado por los autores, Software TIA (Totally integrated automation) Portal V13 Siemens, 2019.....	44
Figura N° 20: Memoria de programación automática del batch EA6-F40 Fuente: Elaborado por los autores, Software TIA (Totally integrated automation) Portal V13 Siemens, 2019.....	47
Figura N° 21: Memoria de programación automática del batch EA7-F40 Fuente: Elaborado por los autores, Software TIA (Totally integrated automation) Portal V13 Siemens, 2019.....	50
Figura N° 22::Memoria de programación automática del batch EA3-F41 Fuente: Elaborado por los autores, Software TIA (Totally integrated automation) Portal V13 Siemens, 2019.....	53
Figura N° 23: Memoria de programación automática del batch EA5-F41 Fuente: Elaborado por los autores, Software TIA (Totally integrated automation) Portal V13 Siemens, 2019.....	56
Figura N° 24: Memoria de programación automática del batch EA6-F41 Fuente: Elaborado por los autores, Software TIA (Totally integrated automation) Portal V13 Siemens, 2019.....	59
Figura N° 25: Memoria de programación automática del batch EA7-F41 Fuente: Elaborado por los autores, Software TIA (Totally integrated automation) Portal V13 Siemens, 2019.....	62
Figura N° 26: Memoria de programación automática del batch RA1-F22 Fuente: Elaborado por los autores, Software TIA (Totally integrated automation) Portal V13 Siemens, 2019.....	65
Figura N° 27: Memoria de programación automática del batch RA8-F22 Fuente: Elaborado por los autores, Software TIA (Totally integrated automation) Portal V13 Siemens, 2019.....	68

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1:Operacionalización de la variable dependiente .....	17
Tabla N° 2: Operacionalización de la variable independiente. ....	18
Tabla N° 3: Técnicas e instrumentos de recolección de datos. ....	19
Tabla N° 4: Tiempos de mezclado de alimento balanceado. ....	27
Tabla N° 5: Pesos en exceso o reducido por cada lote.....	29
Tabla N° 6: Parámetros de funcionamiento de los equipos en el área de medición, dosificación y mezclado. ....	33
Tabla N° 7: Composición del alimento balanceado EA3-F40 .....	39
Tabla N° 8:Composición del alimento balanceado EA5-F40 .....	42
Tabla N° 9:Composición del alimento balanceado EA6-F40 .....	45
Tabla N° 10:Tabla 10: Composición del alimento balanceado EA7-F40 .....	48
Tabla N° 11:Composición del alimento balanceado EA3-F41 .....	51
Tabla N° 12:Composición del alimento balanceado EA5-F41 .....	54
Tabla N° 13: Composición del alimento balanceado EA6-F41 .....	57
Tabla N° 14: Composición del alimento balanceado EA7-F41 .....	60
Tabla N° 15: Composición del alimento balanceado RA1-F22.....	63
Tabla N° 16: Composición del alimento balanceado RA8-F22.....	66
Tabla N° 17: Activos fijos del proyecto. ....	69
Tabla N° 18: Evaluación financiera VAN y TIR.....	71

## RESUMEN

La presente investigación se fundamenta en el diseño de un sistema de control y monitoreo para optimizar la medición, dosificación y mezclado de insumos en la preparación de alimentos balanceados, debido a que es un problema frecuente en la industria alimentaria para la crianza de aves, ya que la gran mayoría en sus procesos utilizan pulsadores que no les permiten controlar sus máquinas o equipos con precisión, existiendo ineficiencias en los tiempos de mezclado, errores en el pesaje de los insumos para la elaboración de batch, los cuales afectan la calidad del alimento balanceado. La empresa evaluada cuenta 12 tolvas de insumos de 14 TM y 7 TM (soya integral, maíz molino, torta soya ame, torta de palmiste y afrecho de trigo), tolva balanza de 3 TM y con motores eléctricos trifásicos los cuales accionan tornillos sin fin, transportadoras de cadenas y una mezcladora horizontal, encontrando una variación en el tiempo de mezclado de  $\pm 50$  segundos y una diferencia pesos entre batch de  $\pm 200$  gramos, reflejando una confiabilidad global de 36.42% en el cual valores por debajo de una confiabilidad global de 50% son críticos. Para dar solución a esta problemática se implementaron sensores de nivel NG3100 cable UWT, sensor de peso LTI laser Sensovant, pistones neumáticos lineales y PLC SIMATIC S7-400, porque exclusivamente se utiliza para el control de silos en procesos batch, y trabajan con producciones hasta un rango máximo de 500 TM/día siendo viable, debido a que la empresa tiene una producción máxima de 400 TM/día. La programación se fundo en 10 diagramas de memorias automatizados en el lenguaje Ladder para los alimentos balanceados: aves machos (EA3-F40, EA5-F40, EA6-F40, EA7-F40), aves hembras (EA3-F41, EA5-F41, EA6-F41, EA7-F41) y aves reproductoras (RA1-F22, RA8-F22). Para la programación se utilizó diagramas ladder, porque es un lenguaje gráfico muy conocido en el entorno de los autómatas programables y se fundamenta en esquemas eléctricos de controles clásicos, de manera que todo ingeniero o técnico en la línea eléctrica puede acoplarse fácilmente a este tipo de lenguaje. Concluyendo que el proyecto es viable financieramente con un valor actual neto de 458774.00 U\$\$ y una tasa interna de rentabilidad de 220%. Asimismo el diseño del sistema de control y monitoreo tiene una inversión de 43851.14 U\$\$ para obtener un beneficio útil de 96360.00 U\$\$/año con un periodo de retorno de la inversión de 5.5 meses.

**Palabras claves:** *Diseño de sistema de control y monitoreo, medición, dosificación y mezclado, alimentos balanceados.*

## ABSTRACT

The present investigation is based on the design of a control and monitoring system to optimize the measurement, dosing and mixing of inputs in the preparation of balanced foods, because it is a frequent problem in the food industry for the breeding of birds, since that the vast majority of their processes use pushbuttons that do not allow them to control their machines or equipment with precision, there are inefficiencies in mixing times, errors in weighing inputs for the production of batch, which affect the quality of balanced feed . The evaluated company has 12 input hoppers of 14 MT and 7 MT (whole soybeans, corn mill, soybean cake, palm kernel cake and wheat bran), 3 MT balance hopper and three-phase electric motors which drive endless screws , conveyors of chains and a horizontal mixer, finding a variation in the mixing time of  $\pm 50$  seconds and a difference between batches of  $\pm 200$  grams, reflecting a global reliability of 36.42% in which values below a global reliability of 50% are critical. To solve this problem, level sensors NG3100 UWT cable, LTI laser sensor Sensovant weight, linear pneumatic pistons and SIMATIC S7-400 PLC were implemented, because it is exclusively used for the control of silos in batch processes, and work with productions up to a maximum range of 500 MT / day being viable, because the company has a maximum production of 400 MT / day. The programming was based on 10 automated memory diagrams in the Ladder language for feed: male birds (EA3-F40, EA5-F40, EA6-F40, EA7-F40), female birds (EA3-F41, EA5-F41, EA6-F41, EA7-F41) and breeding birds (RA1-F22, RA8-F22). Ladder diagrams were used for programming, because it is a well-known graphic language in the environment of programmable automatons and is based on electrical schemes of classic controls, so that every engineer or technician in the power line can easily connect to this type of language. Concluding that the project is financially viable with a net present value of 458774.00 U \$\$ and an internal rate of return of 220%. Likewise, the design of the control and monitoring system has an investment of 43851.14 U \$\$ to obtain a useful profit of 96360.00 U \$\$ / year with an investment return period of 5.5 months.

**Keywords:** *Control and monitoring system design, measurement, dosing and mixing, balanced food.*

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad internacional el control y monitoreo automatizado de procesos nos proporciona datos precisos y nos garantiza una uniformidad en la calidad del producto en el menor tiempo posible disminuyendo riesgos con el fin de reducir los costos de producción. La actividad avícola es una de los principales movimientos económicos que ha habitado un incremento y progreso, en los últimos períodos, que contiene la producción de carne de aves (pollo, pato, pavo, gallina) y la producción de huevos para consumo de la población. (Agricultara, 2019)

A nivel nacional para el sector avicultura uno de los principales elementos para la producción de carne de aves es el alimento balanceado, este alimento sirve para la alimentación de las aves y puedan aprovechar los nutrientes de sus insumos, obteniendo una conformación corporal adecuada al estándar de producción. La producción de alimento balanceado es un proceso complejo, es exacto en la medición en los insumos que lo conforman y el mezclado y dosificación deben ser homogéneos, se requiere del equipamiento de un sistema de control preciso para asegurar un alimento con altos estándares de calidad. El costo de la elaboración de alimento balanceado se sitúa entre unos de los mayores gastos en la producción de carne de pollo siendo un aproximado un 35% del total.

En la región de La Libertad las empresas agropecuarias como Chimú S.A., El Rocío S.A., Redondos entre otras, reúnen más del 60% de la oferta nacional de pollo y no solo se dedican a la crianza de aves, también producen alimento balanceado en forma exclusiva utilizado en la dieta de sus aves. (Andina, 2017)

La empresa Agropecuaria Chimú S.A es netamente peruana, fue fundada en 1985. Durante el período 1992-1994 se realiza un proceso de fusión de las diez empresas habidas. Luego en el año 2004 la razón Social fue cambiada a Chimú Agropecuaria S.A. en la actualidad la compañía atiende mercados de la zona norte tanto en Tumbes, Piura, Lambayeque, Cajamarca, La Libertad, y zona sur como Ancash, Lima y otros.

La planta molino el Milagro de la empresa Chimú Agropecuaria S.A. con capacidad de producción de 400 a 450 toneladas diarias procesa diferentes tipos de alimentos balanceados como (EA3-F40, EA5-F40, EA6-F40, EA7-F40, EA3-F41, EA5-F41, EA6-F41, EA7-F41, RA1-F22, RA8-F22), los cuales se deben suministrar en las cantidades correctas de

nutrientes en cada tipo. Lo que garantiza un óptimo y eficiente resultado en las distintas etapas de crianza.

Para la elaboración de alimentos balanceados, se cuenta con 12 grandes depósitos llamados tolvas con una capacidad de 14 TM a 7TM, en donde se almacena los insumos a utilizar: soya integral, maíz molino, torta soya ame, torta de palmiste y afrecho de trigo. La planta el molino Milagro cuenta con las siguientes etapas para la elaboración del alimento balanceado.

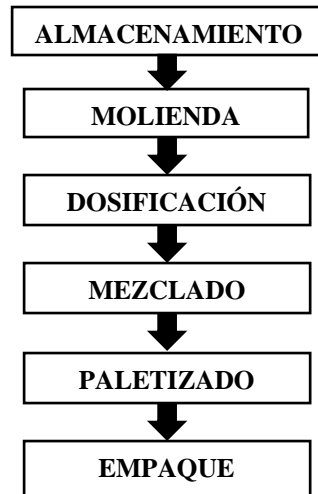


Figura N° 1: Etapas de la elaboración del alimento balanceado

En la figura 1, se muestran las etapas de la elaboración del alimento balanceado, donde se empieza con el almacenamiento de la materia prima (maíz, soya, afrecho), seguidamente los insumos son derivados a la zona de molienda, luego pasa por la zona de dosificación y mezclado y se deriva a la zona de peletizado y finaliza en el área de empaque.

Estas etapas se dividen en tres zonas como se muestra a continuación.

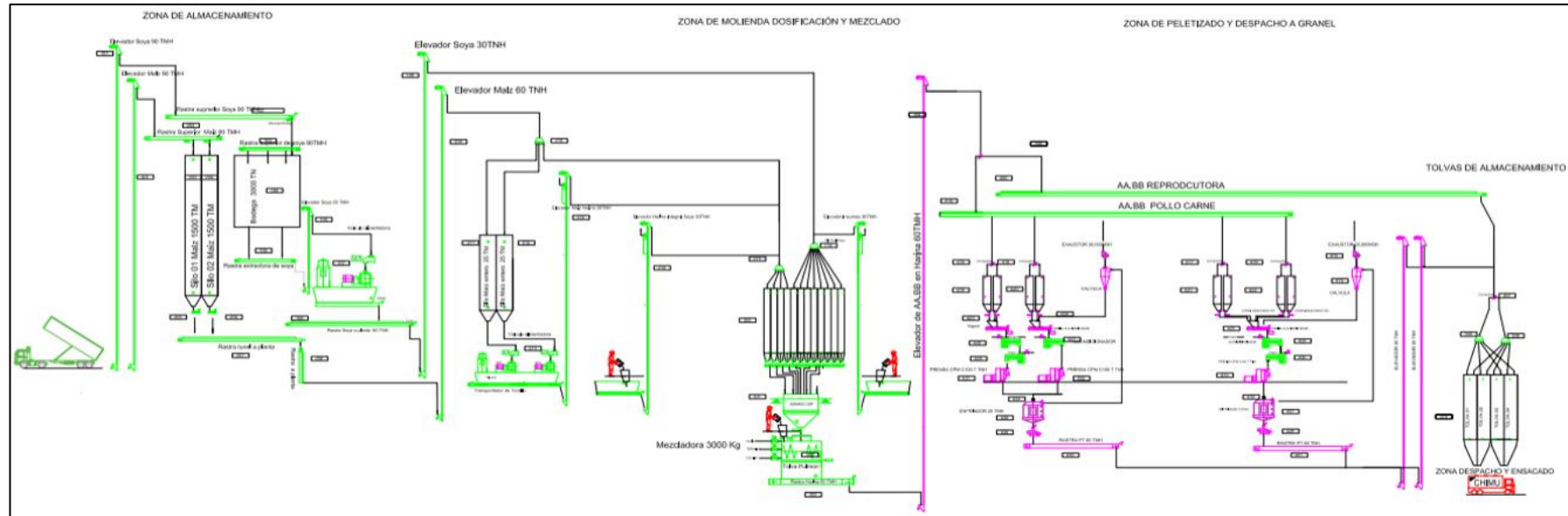


Figura N° 2: Flujo grama de las etapas de elaboración del alimento balanceado- Planta el molino Milagro, 2019  
 Fuente: Elebaroda por los Autores.

La materia prima es transportada en porciones menores por transportadores de cadenas (arrastra) a 2 silos de menor tamaño de 25TM de capacidad nominal; y es molido el maíz por molinos de martillos, igualmente la soja. La materia prima ya molida es derivada por un elevador de cangilones de 60TM/h hacia 12 silos de menor proporción de 14 y 7 TM máximas. Luego viene el proceso de dosificación y mezclado donde los insumos tales como maíz molido, soja, afrecho, calcio y otros, ya se encuentran en silos o tolvas de 14 y 7TM maximas, para luego ser pesados en una tolva balanza según la cantidad que se requiera para un batch según el tipo de alimento, una vez tenido pesado la cantidad de 3000 Kg los insumos se agregan a una mezcladora horizontal de 3TM/h donde empieza el proceso de mezclado aquí los insumos se mezclan en forma homogénea y es aquí donde se agregan los líquidos tales como aceite de soja, termin, colina. las cantidades que se agregan también son porciones mínimas según lo requiera el tipo de alimento, el tiempo que se mezclan los insumos es de 5 minutos, es así como se elabora el alimento balanceado.

En la zona 2 se encuentran las etapas de dosificación y mezclado de Chimú Agropecuaria cuenta con 12 tolvas en donde se localiza los insumos provenientes de la molienda.

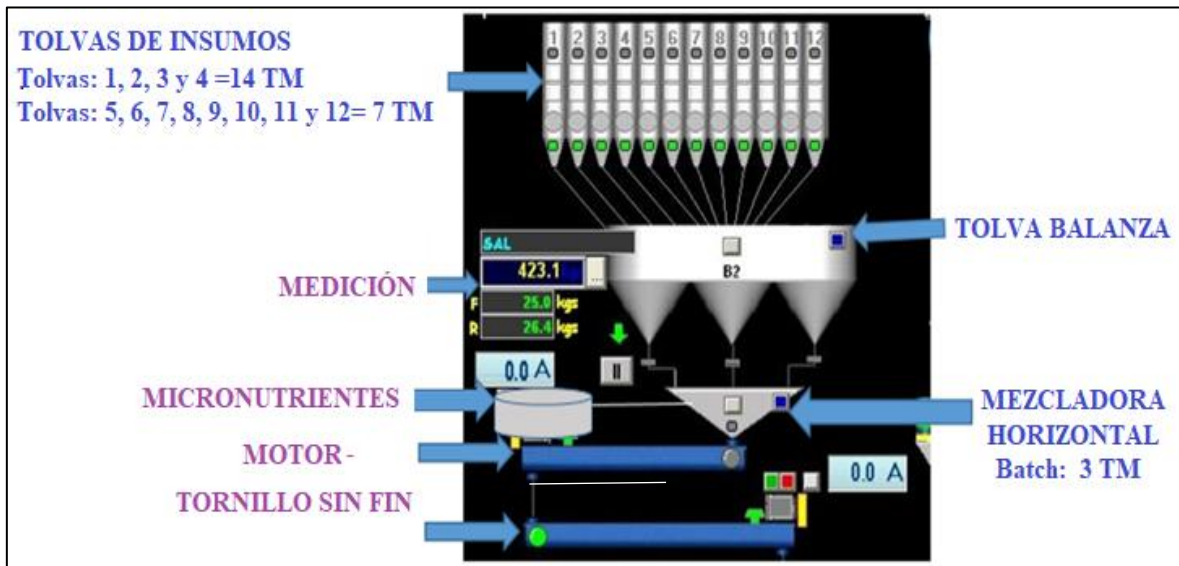


Figura N° 3: Dosificación y mezclado- Planta el molino Milagro, 2019 Fuente: Elaborada por los Autores.

En la figura 3, se muestra las tolvas de almacenamiento de 14 y 7TM toneladas máximas en donde se almacena los insumos necesarios, para luego ser llevados en porciones mínimas según el lote, hacia la tolva balanza que por intermedio de un pulsador que es accionado se activa un motor lo cual activa a un tornillo sinfín para transportar los insumos, el indicador nos muestra el peso o la cantidad exacta de los insumos una vez alcanzado el peso necesario los insumos ingresan a la mezcladora donde se mezclan de forma homogénea para obtener un buen alimento balanceado, luego el alimento es transportado por los tornillos sinfín para seguir su proceso.

Los equipos y motores involucrados en la ejecución de estas funciones, al ser operados manualmente carecen de precisión en la medición de parámetros, de tal manera así no se monitorean y controlan con eficiencia y precisión la elaboración del alimento balanceado, siendo así, no se asegura una calidad de acuerdo a los estándares de calidad requeridos, teniendo como consecuencia una disminuida en las etapas de crianza, que a su vez repercuten en los márgenes de rentabilidad. La zona de medición, dosificación y mezclado, cuenta las siguientes fallas generales:



- El tiempo empleado en el mezclado tiene un error de  $\pm 50$  segundos, debido a que el operario no es preciso en el control del tiempo adecuado para realizar la mezcla, ocasionando que los insumos no sean mezclados homogéneamente.
- La cantidad requerida de insumos para la elaboración de un batch de un tipo de alimento no es uniforme con una variación media  $\pm 200$  gramos; debido a que el proceso actualmente se encuentra siendo operado de forma manual por medio de pulsadores, ocasionando una desigualdad entre un lote y otro del mismo tipo de alimento balanceado para las aves.
- Inestabilidad en el tiempo del proceso de dosificación y mezclado, Debido a que el personal encargado del área no es preciso en el tiempo (cansancio, fatiga), ocasionando que los insumos de los alimentos balanceados no sean agregados correctamente en cada lote.
- Ineficiencia en el registro de los insumos empleados, debido a que el encargado del área de mezclado realiza al final de cada turno el registro de insumos utilizados, ocasionando que no se obtenga la información en el tiempo real.

Debido a lo planteado, se propone automatizar el sistema actual para mejorar la precisión en la medición, dosificación y mezclado de los insumos propuestos para la elaboración de los alimentos balanceados y garantizar un incremento en su calidad.

Para dar sustento a la investigación, el estudio cuenta con los siguientes antecedentes nacionales e internacionales:

Zapata (2018), estudió la automatización para el control y medición de silos de arroz, el proceso contó con 5 silos de capacidades de 10TM, los cuales derivaban en 5 silos o tolvas más pequeñas, para el llenado del arroz en sacos de 30 Kg y 50Kg, donde el problema se reflejaba en la ineficiente medición con un margen de pérdida de 250 gramos por saco, debido a que el proceso de pesado se realizaba de manera manual. Se obtuvo como resultado que al automatizar el proceso se recuperaban 1250 kilogramos/día el cual reflejo un ahorro para la empresa de 2250 soles/día. Concluyendo que el controlador lógico programable PLC que se ajusta a las necesidades del proceso es el SR-12MRAC, con márgenes de error nulos, con una inversión de 5300.00 U\$\$

Gusqui (2017) investigó el control y monitoreo de mezclado de alimentos balanceados, el cual se ve reflejado en los elevados costos de producción que están asociados con el alto consumo energético, desperdicio de la materia prima y retraso en los tiempos de control, visualización y accionamiento del proceso. Se obtuvo como resultados una recuperación del 90% de los costos perdidos que eran generados por control manual, se obtuvo un margen de error nulo en el peso entre lotes de un mismo alimento balanceado con el control automático. Se concluye que se identificó las etapas que intervienen en el proceso de molienda y mezclado de alimentos balanceados para los cuales se diseñó un nuevo sistema de control y monitoreo con un PLC siemens S7-1200 para mejorar el sistema de operación de la planta procesadora de balanceados. Asimismo, se capacitó a los operadores que van a trabajar en la planta de producción de balanceados, acerca de los manuales de equipos, las medidas de seguridad y verificar que se ejecute el plan de mantenimiento propuestos en este trabajo, para evitar cualquier tipo de inconveniente.

Ruesch (2017), estudió y analizó las etapas de dosificación y mezclado en la industria de alimentos balanceados en una empresa comercializadora de aves, donde la empresa presenta problemas en los estándares de calidad debido al incorrecto mezclado de sus insumos, debido a la ineficiente medición, debido a que los motores eléctricos involucrados en esta etapa del proceso tienen retrasos de 1.5 a 1.8 minutos, originando no se tenga la calidad requerida en cada batch. Para dar una solución a esta problemática se automatizó todo el proceso de dosificación y mezclado con un control automático PLC Allen-Bradley, el cual permite un margen de error en los motores de accionamiento de 3 a 5 segundos. Concluyendo que la calidad del alimento balanceado por cada batch mejoró en un 98%.

Perez (2016), implementó un sistema automático para el control y medición del café, donde se analizó la disposición en los tiempos del procesado de café, en el cual se procesa 150 Kg/ semana, donde la empresa aumentó su producción a 20 TM/15 horas para lo cual fue necesario la automatización de sus procesos. Es decir para realizar los cambios de producción, es decir sin PLC, el modelo no sería elocuentemente más económico que el modelo utilizando PLC, y pretende un mayor cuidado, además de un operador encargado de la manipulación del sistema, lo cual genera un costo para la empresa. Concluyendo que mediante, el uso de la lógica programable con un PLC S7-300, ayudó a poseer un proceso completamente computarizado, y en menor tiempo aprovechando las tecnologías de información.

Rivas (2015), detalló que la producción y comercialización de balanceados dirigido a las aves (dietas balanceadas) se utiliza para incrementar la producción de carne de las aves: cerdo, cuy, conejo y pollo, utilizando herramientas informáticas que ayuden en la combinación de los alimentos balanceados, por ende reduciendo el costo final de los productos. Se considera a la molienda y mezclado como la parte primordial del proceso debido a que determina la calidad del producto final, el mezclado no debe de sobrepasar los 12 minutos que se requieren para que los nutrientes se encuentren correctamente distribuidos y pueda tener el coeficiente de variación del 9.08 %. Concluyendo que las dietas para los animales de etapas iniciales, minimizan el estrés que causa el cambio de alimento.

Ávalos (2016), mejoró la elaboración y composición de alimentos balanceados de aves, el cual tiene una composición empírica, no contando con el valor nutricional necesario para el crecimiento y engorde de las aves obteniendo una demanda insatisfecha de los usuarios. Para el mejoramiento de la elaboración del alimento balanceado se mejoró la calidad de los insumos y agregando micronutrientes como calcio, bicarbonato de sodio y otros minerales, los cuales aumentaron los costos de producción en un 25%. Concluyendo que el proyecto es viable, logrando mejorar el valor nutricional de los alimentos balanceados en un 95%, mejorando la satisfacción de los clientes.

Castillo (2016), estudió y analizó las etapas de dosificación y mezclado, indicando que la planta no cuenta con un registro de simetría de insumos, además la fase de mezclado funciona accionando manualmente el motor agitado el cual tiene un error de 1 minuto menos de lo solicitado sobresaltando la calidad de los alimentos balanceados para aves y una variación en el peso promedio de 150 gramos entre lotes. Se propuso un control automático con un PLC siemens S5 el cual contribuyó a reducir las pérdidas en un 85%, concluyendo que el control automático mejora y facilita el procesamiento de los datos en el proceso de alimentos balanceados de pollos. También se debe capacitar a los operadores con el nuevo sistema de control y monitoreo, para que puedan realizar un trabajo confiable y seguro.

Farfán (2015), implementó un sistema de monitoreo en tiempo real de la temperatura y humedad en la crianza de pollos, con un control automático PLC S7-200, generando reportes del estado de cada galpón de manera rápida y eficaz, facilitando al operador de monitoreo y verificar los parámetros del proceso ya establecidos en forma oportuna. Concluyendo que con el sistema automático la húmeda se mantiene constante en un valor de 65% con una

temperatura de 27°C, reduciendo de esta manera la carga laboral del operario encargado de esa etapa del proceso.

Ordinola (2015), propuso la mejora y control de operaciones en el alimento balanceado, donde la empresa no cuenta con la seguridad y con el nivel tecnológico preciso para la dimensión de información que opera, liderando una creciente demanda en la línea de alimentos balanceado, originando pérdidas del orden del 18% debido al control manual de sus equipos: motores eléctricos, fajas transportadoras y cargadores de cangilones. Concluyendo que con la implementación de un controlador lógico programable YUMO SR-12MRDC se logra una reducción de los costos perdidos en un 10%, reduciendo asimismo, la carga laboral asociada al estrés de los trabajadores debido al trabajo cíclico o repetitivo.

Para dar solución a la problemática es necesario el fundamento científico, por lo cual la presente investigación expone las siguientes teorías relacionadas al tema, basada en información extraída de manuales de producción de alimentos balanceados, libros de control automático e instrumentación.

Los alimentos balanceados para aves, se ven reflejados en su contenido de nutrientes los cuales son distintos según el tipo de aves, dependiendo de la potencia genética para el desarrollo y la obtención de los huevos, también se tiene que ver la edad y el estado fisiológico de la ave (Pond, 2012).

En la industria alimenticia los procesos para la elaboración de los alimentos balanceados, tienen las siguientes etapas:

Recepción y almacenamiento: El almacenamiento es el lugar de acopio que tiene que estar adecuadamente protegida evitando la humedad excesiva en las materias primas y colocar en los distintos escenarios de los diferentes climas y ventilación solicitados para tener un lugar en buenas condiciones. (López, 2014)

Molienda: La molienda se realiza en un perímetro sellado, se descarga el material en un molino, es retirado a través de una criba que lo clasifica en diferentes partes: primero que manifiesta la granulometría requerida y el segundo, se reintegra al molino una nueva molienda. (Elguera, 2016).

Dosificación y Mezclado: Los alimentos balanceados han sido molidos, a continuación, se pasa a combinar convenientemente en cuanto a proporciones de insumos y tiempos de dosificación y mezclado, para que cada tipo de alimento permanezca de manera uniforme. La producción de los alimentos balanceados completamente uniformes, todo depende que se realice de forma uniforme según parámetros establecidos para cada tipo de alimentos balanceados (Fellows, 2015).

La confiabilidad en el proceso de mezclado se evalúa, por la siguiente formulación:

$$C_{\text{mezclado}} = e^{\left(\frac{\text{N}^\circ \text{ máximo de pruebas}}{100 * (\text{total absoluto} - \text{tiempo de operación})}\right) * \text{tiempo de operación}} \quad (1)$$

Y para el proceso de dosificación:

$$C_{\text{dosificación}} = e^{\left(\frac{\text{N}^\circ \text{ máximo de pruebas}}{100 * (\text{masa absoluta} - \text{masa de operación})}\right) * \text{Masa de operación}} \quad (2)$$

Peletizado: El objetivo es proporcionar los alimentos balanceados de la mejor forma y dimensión más beneficiosa por el animal y poder ser ingerido de forma correcta. Se incrementa la humedad cerca del 15%; rápidamente es retenida a través de perforaciones en el cual sale en representación tubular y es cortada por medio de navajas (Gómez, 2016).

Empaque: El producto se empaqueta en costales, el producto proporciona su movimiento para su verificación en el control de los almacenes (López, 2014).

Uno de los problemas mas relevantes en la elaboración de los alimentos balanceados es proceso del mezclado los insumos el cual es uno de los métodos importantes en el proceso. Se tiene que preparar los ingredientes con características insuperables en un porcentaje enunciada que logre contribuir con todas las exigencias principales de nutrición para el animal. (Meosa, 2016).

Los silos de almacenamiento, son el medio más usual para el almacenamiento de productos a granel, tales como maíz, soya, calcio y otros insumos que son obligatorios para la dosificación y mezclado. (Cordova, 2017).

La automatización Industrial, es el uso de diferentes tecnologías que, al ser integrados ayudan en la secuencia y alcanzan alternativas de desarrollo para las diferentes tipos de

industrias. Automatizar representa renovar las situaciones de calidad, seguridad y producción. Además demanda un diseño como modelo principal de desarrollo y poder implantar un modelo virtual en las distintas partes de los procesos. Los procesos industriales se clasifican en procesos continuos, procesos discretos y procesos Batch. (Hernández, 2015).

Procesos discretos: suelen estar orientados dentro de una secuencia temporal que lograremos acelerar o frenar, o incluso parar, sin grandes implicaciones. Se pueden parar fácilmente sin consecuencias graves, por supuesto, en los procesos con automatización discreta también hay magnitudes analógicas, pero las digitales significan un porcentaje mucho más alto.

Procesos continuos: Se determina por la salida del proceso en forma de flujo continuo de material. Se indican continuos porque se suelen operar magnitudes de tipo continuo y gradual, como son las temperaturas, los flujos, los caudales, las presiones, el nivel, etc. En general, hablamos de dimensiones definidas en formato analógico (infinitos valores). La variable definida como tiempo entra en juego regularmente, en todas ellas (temperatura en función del tiempo, etc.)

Procesos Batch: Los sistemas de lotes o Batch se hicieron dominantes conforme aumento el número de ingredientes (en especial, los micro ingredientes) y que están disponibles en la industria de los alimentos. Son aquellos en los que a la salida del proceso se lleva a cabo en forma de cantidades o lotes de material.

En el control automático es relevante el estudio de sistema de lazo abierto y cerrado, los cuales son una composición de componentes que actúan conjuntamente y cumplen un determinado objetivo, esta constituido por una variable de entrada, salida y perturbación (Bullon, 2012).

Dónde la variable de entrada, es tal que una modificación de su magnitud o situación puede alterar el estado del sistema, mientras que la variable de salida es cuya magnitud o situación se mide y la perturbación, es la señal que tiende a afectar el valor de la salida del sistema.

El control lógico programable (PLC), es un medio electrónico que controla un proceso industrial, capaz de recibir información de un sistema a gobernar, y esto se manifiesta según las instrucciones requeridas de un programa que se encuentra en la memoria del

equipo. Los PLC se maniobran a través del proceso: señales de entrada y salida; teniendo en cuenta las entradas de todo tipo de sensores (Interruptores, temperatura, luz y velocidad); además en las salidas se tiene diferentes tipos de actuadores tales como (válvulas electro neumáticas, pistones neumáticos, motores, indicadores luminosos), ayudando a controlar las máquinas industriales (Siemens, 2015).

Las principales ventajas de los PLC son: rápidos y muy fáciles de programar, contienen operaciones aritméticas (de conteo y temporizadores), son modulares (es decir, que se pueden incrementar el número y tipo de entradas y salidas que se manipulan), construcción robusta para el ambiente industrial y poseen mayor demanda en la velocidad de procesamiento de información.

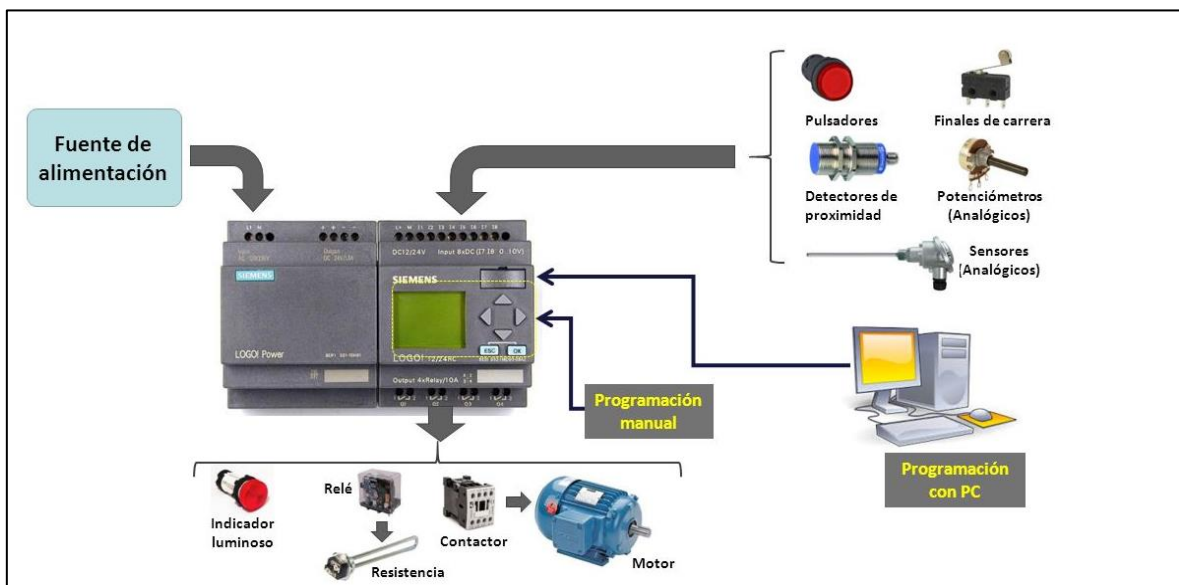


Figura N° 4: Elementos funcionales de un control lógico programable.

Fuente: (Siemens, 2015).

En la figura 04, se muestra la estructura funcional de un PLC donde las entradas analógicas son: pulsadores, finales de carrera, detectores de proximidad, potenciómetros analógicos, sensores analógicos, otros y como salidas tenemos a los actuadores: motor eléctrico, contactor, relé, indicador luminoso, resistencia, otros. Las salidas y entrada requieren de una fuente de alimentación la cual varía de corriente alterna a corriente continua generalmente. Las entradas analógicas y actuadores para su comunicación requieren de una programación automática (Diagramas de control). La representación del seguimiento de los resultados se visualiza en una PC la cual registra en tiempo real la dinámica del proceso (Pantalla HMI). Para el almacenamiento de la información los PLC cuentan hasta con 3 tipos de memoria:

Ram (Memoria de acceso aleatorio), EPROM (memoria programable de solo lectura) y Eeprom (Eléctricamente programable y borrable memoria de sólo lectura)

En la figura 05, para la comunicación entre el PLC y el usuario, en la industria se utilizan 5 tipos de lenguaje de programación: El lenguaje de funciones secuenciales (SFC), lenguaje de diagramas secuenciales (FBD), lenguaje de diagramas de relés o ladder (LD), lenguaje de texto estructurado (ST) y lenguaje de tipo ensamblador (IL).

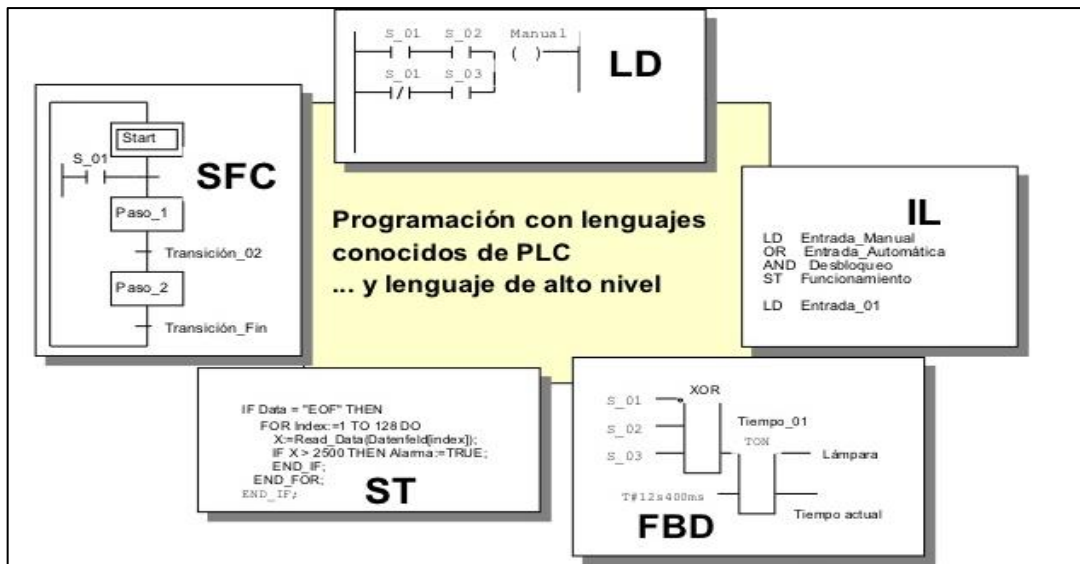


Figura N° 5: Lenguajes de programación para PLC Fuente: Elaboración propia.

En la figura 06, se muestra una Pantalla HMI “Interfaz Máquina Hombre”. Es el control diseñado para conseguir la comunicación interactiva entre operador y proceso/máquina, y nos permitirá visualizar gráficamente los resultados y también obtener la situación del proceso/máquina en tiempo real, este sistema está formado por indicadores digitales y analógicos, comandos como luces piloto, registradores, pulsadores, selectores y otros que se interconectaban con la máquina o proceso (Ruiz, 2016).

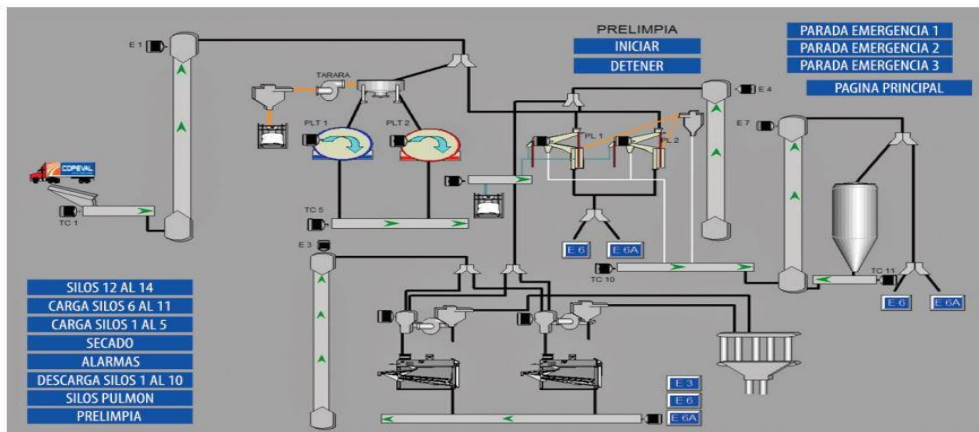


Figura N° 6: Pantalla HMI Fuente: (Siemens, 2015).



La evaluación económica de un proyecto de investigación, está definido por el periodo de retorno de la inversión, que es el tiempo inicial de recuperación de los activos fijos invertidos para la planificación/ejecución de un proyecto (Mankiw, 2017).

$$PRI = \frac{\text{Inversión inicial}}{\text{Beneficio útil}} \quad (3)$$

Parámetros:

PRI: Periodo de retorno de la inversión [años]

I: Inversión inicial [\$]

B: Beneficio del proyecto [\$/año]

Cabe indicar que el beneficio en una planta de alimentos balanceados, se logra empleando la siguiente ecuación:

$$B = Co * PCTP \quad (4)$$

Parámetros:

B: Beneficio del proyecto [\$/año]

Co: Costo operativo (\$/año)

PCTP: Porcentaje del costo total producido (%)

Asimismo el valor actual neto, o también llamado valor presente neto es una herramienta financiera que expresa la tasa de cambios de un proyecto, es decir es la resta económica entre la cantidad monetaria útil inicial y la final o actualizada, para entender cuanto se puede llegar a ganar o perder en una inversión (Mankiw, 2017).

$$VPN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+r)^t} - I_0 \quad (5)$$

Parámetros:

VPN : Valor presente neto [S/.]

$F_t$ : Tiempos de flujo [S/.]

r: Interés financiero [%]

t: Número de periodos financiados [años]

$I_0$ : Inversión inicial [S/.]

Por otro lado, la herramienta financiera tasa interna de retorno, o también llamada tasa de descuento genera que todos los valores monetarios económicos actuales de una inversión sean iguales a cero, para obtener el porcentaje de viabilidad de un proyecto (Mankiw, 2017).

$$\sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} - I_0 = 0 \quad (6)$$

Parámetros:

TIR: Tasa interna de retorno [%]

$F_t$ : Tiempos de flujo [S/.]

r: Interés de financiero [%]

t: Número de periodos financiados [años]

$I_0$ : Inversión inicial [S/.]

Por lo anteriormente expresado, la formulación del problema de la investigación es el siguiente: ¿Como influye el diseño de un sistema de control y monitoreo en la precisión de la medición, dosificación y mezclado de insumos para la preparación de alimentos balanceados?

La investigación se justifica mediante 4 criterios: tecnológica, económica, ambiental y social.

Justificación tecnológica: Permitirá establecer medidas para el control de insumos y mejorar la uniformidad de la calidad del producto final ,que ayudara en una adecuada alimentacion y nutricion de las aves durante la etapa de crianza.

Justificación Económica: se procederá a implementar los resultados de los estudios realizados que se obtendrá mediante las mejoras en el mezclado y dosificación de los insumos, lo que dara como resultado que la alimentacion de las aves sea homogenea en calidad y de esta manera se obtendra reinserciones economicas optimos en la etapa de comercializacion .

Justificación Ambiental: Buscará operar de forma optima los equipos, con nuevos métodos y/o tecnologías que nos permitan amenorar el impacto en el ambiente ya que los residuos en casos de reparaciones y/o mantenimientos seran menores.

Justificación Social: La investigación será dirigida ,beneficiada para la empresa chimú agropecuaria, debido a que los operarios que se encargaban de esta etapa pueden ser capacitados,lo que conllevara a capacitar al personal del area de mesclado y dosificación y asi tener personal calificado para dichas funciones de operacion.

Basándose en la formulación del problema, la investigación plantea la siguiente hipótesis: El diseño de un sistema de control y monitoreo precisará la medición, dosificación y mezclado de insumos para la preparación de alimentos balanceados.

Para dar respuesta al problema, se ha planteado el siguiente objetivo general: Diseñar un sistema de control y monitoreo para la medición, dosificación y mezclado de insumos para la preparación de alimentos balanceados.

Para poder conseguir el objetivo general, se han planteado los siguientes objetivos específicos:

1. Realizar un diagnóstico actual a las áreas de medición, dosificación y mezclado, evaluando sus principales fallas y confiabilidad de los procesos.
2. Definir los equipos e instrumentación para el control y monitoreo automático en el área de medición, dosificación y mezclado.
3. Programar el proceso automatizado del área de medición, dosificación y mezclado en la elaboración de los alimentos balanceados.
4. Realizar un análisis económico y financiero del diseño automatizado.

## II. MÉTODO

### 2.1. Tipo y diseño de investigación.

La investigación es de tipo aplicada, según Hernández (2014) explica: “Son estudios que se centran en resolver un problema en específico para el conocimiento, contribuyendo a nuevos estudios científicos”

El presente informe de investigación es de diseño pre-experimental (O1 X O2), según Legrá (2018) explica: “Los diseños pre-experimentales, son el inicio de la solución del problema de una investigación, donde se analiza el dominio de una variable sobre otras, es decir se analiza la influencia de la variable independiente en la dependiente, para determinar la factibilidad de un estudio”

### **2.2. Operacionalización de variables:**

#### 2.2.1. Variable Independiente:

Diseño de un sistema de control y monitoreo

#### 2.2.2. Variable Dependiente:

Medición, dosificación y mezclado de insumos para la preparación de alimentos.

Tabla N° 1:Operacionalización de la variable dependiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
Medición, dosificación y mezclado de insumos para la preparación de alimentos.	Es el instrumento cuyo objetivo es acceder a la administración de las revistas de basculas, silos, ingredientes, formulas y ordenes de produccion para su realizacion al momento de ejecutarse (Gallego, 2012).	Se procesa la informacion de las distintas ordenes de produccion y reintegra los principales pesos reales de los diferentes mezclado de insumos en la preparacion de alimentos balanceados para aves.	Tiempo de adición de líquidos	De Razón
			Tiempo de mezclado de los insumos	
			Tiempo de Inicio de la dosificación.	

Tabla N° 2: Operacionalización de la variable independiente.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
<p>Diseño de un sistema de control y monitoreo</p>	<p>Sistema basado en el control y monitoreo sirbe para controlar los procesos industriales localmente o a distancia, monitoreando, recopilando y procesando datos en tiempo real, tambien nos permite interactuar directamente con dispositivos como sensores, valvulas, motores etc. a travez del software de interfaz hombre – maquina (HMI)</p>	<p>sistema basado en el control y monitoreo ayudará a ver el funcionamiento real del proceso en tiempo real, en donde el operario tomará decisiones en forma oportuna.</p>	<p>Reducir los tiempos de paradas.</p>	<p>De Razòn</p>
			<p>Porcentaje de errores en mediciones de tiempo.</p>	
			<p>Aumentar la Productividad de los alimentos balanceados</p>	

### 2.3. Población y muestra

#### 2.3.2. Población:

**Empresas de procesamientos de alimento balanceados para aves.**

#### 2.3.3. Muestra:

Planta el molino Milagro de la empresa Chimú Agropecuaria S.A, carretera panamericana norte Km 589 El Milagro – Huanchaco.

### 2.4. Técnicas e instrumento de recolecciones de datos, validez y confiabilidad.

Tabla N° 3: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Técnicas	Instrumentos	Validación
Observación directa	Ficha de observación	Tesistas
Análisis documental	Ficha de registro	Reportes

### 2.5. Procedimiento:

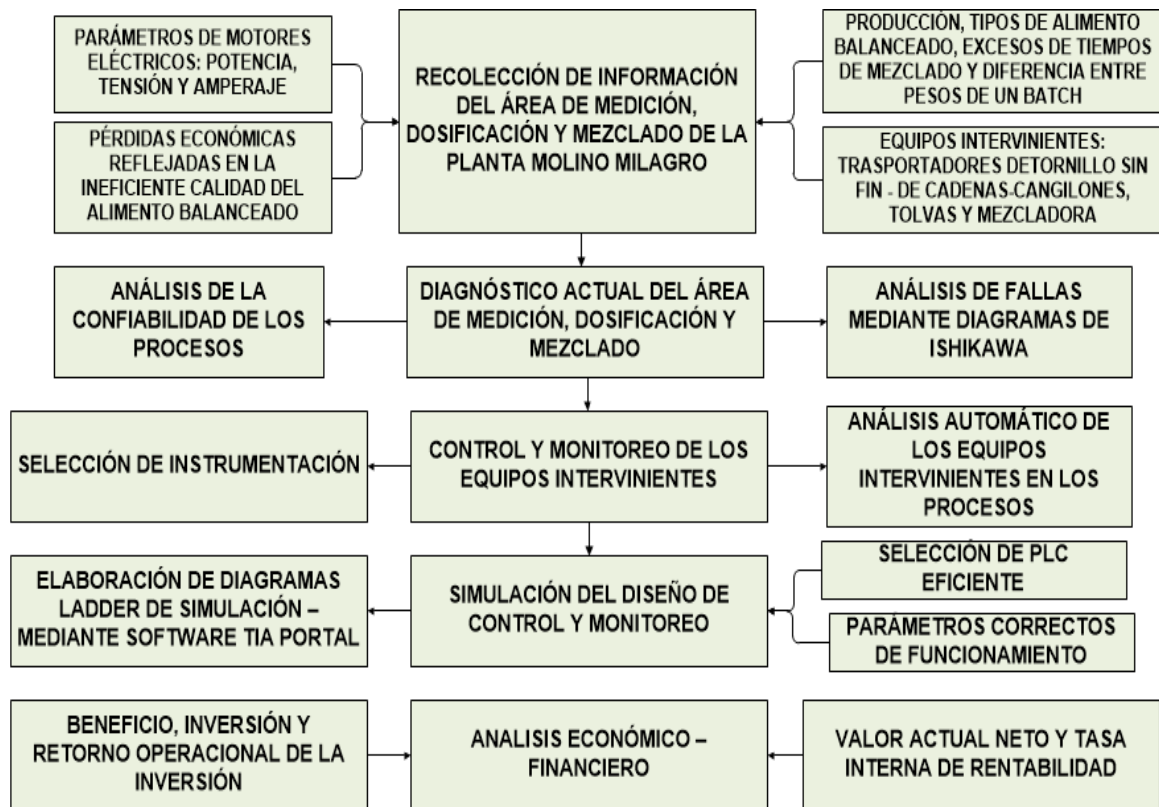


Figura N° 7: Diagrama de flujo del procedimiento de la investigación Fuente: Elaborado por los Autores.

## **2.6. Metodos de Analisis de Datos:**

Para el correcto procesamiento de la recolección de datos mediante los instrumentos, se utilizará el software Excel para la tabulación de tablas de frecuencias y de la misma manera se utilizarán hojas de cálculo para el análisis económico – financiero. Para la simulación del control y monitoreo de la medición, dosificación y mezclado de los insumos en la preparación de alimentos balanceados se empleará el software TIA Portal.

## **2.7. Aspectos Eticos:**

La propuesta de diseño de control y monitoreo para automatizar las áreas de medición, dosificación y mezclado, se respetó la originalidad de la investigación y garantizó el 100% de la información contenida en la vigente investigación.

En la correspondiente tesis se está obviando el nombre de la empresa por motivos de aspectos legales futuros en contra de los autores. Se está adjuntando documentos de validación revisada por tres expertos afines a la línea de investigación.



### III. RESULTADOS

#### 3.1. Situación Actual del Área de Medición, Dosificación y Mezclado de Insumos en la Preparación de Alimentos Balanceados.

##### 3.1.1. Ubicación de la problemática:

Para analizar la situación actual de las áreas de medición, dosificación y mezclado de alimento balanceado para aves de la planta el molino el Milagro, perteneciente a la empresa Chimú Agropecuario S.A, es relevante ubicar las áreas de estudio, tal como se detalla en el siguiente diagrama de flujo.

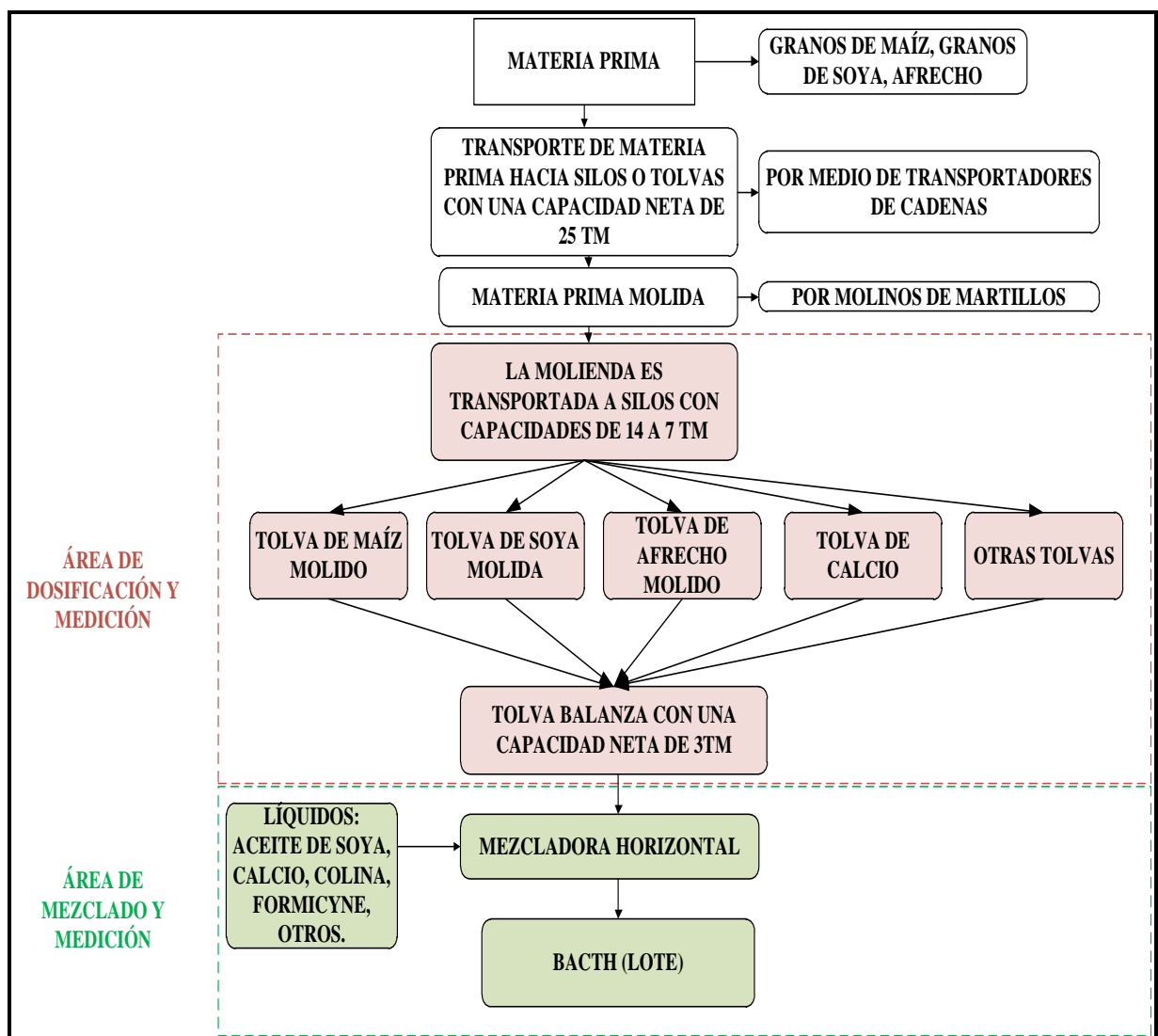


Figura N° 8: Diagrama de flujo de las áreas medición, dosificación y mezclado Fuente: Elaborado por los autores.

3.1.2. Fallas en las áreas de medición, dosificación y mezclado:

En la figura 09, se detalla el diagrama de Ishikawa respecto a la falla “Inexactitud del tiempo de mezclado” en la máquina mezcladora Horizontal de alimento balanceado para aves, indicando que esta falla depende del tiempo de mezcla de los insumos, homogeneidad, operario (mano de obra) y máquinas eléctricas.

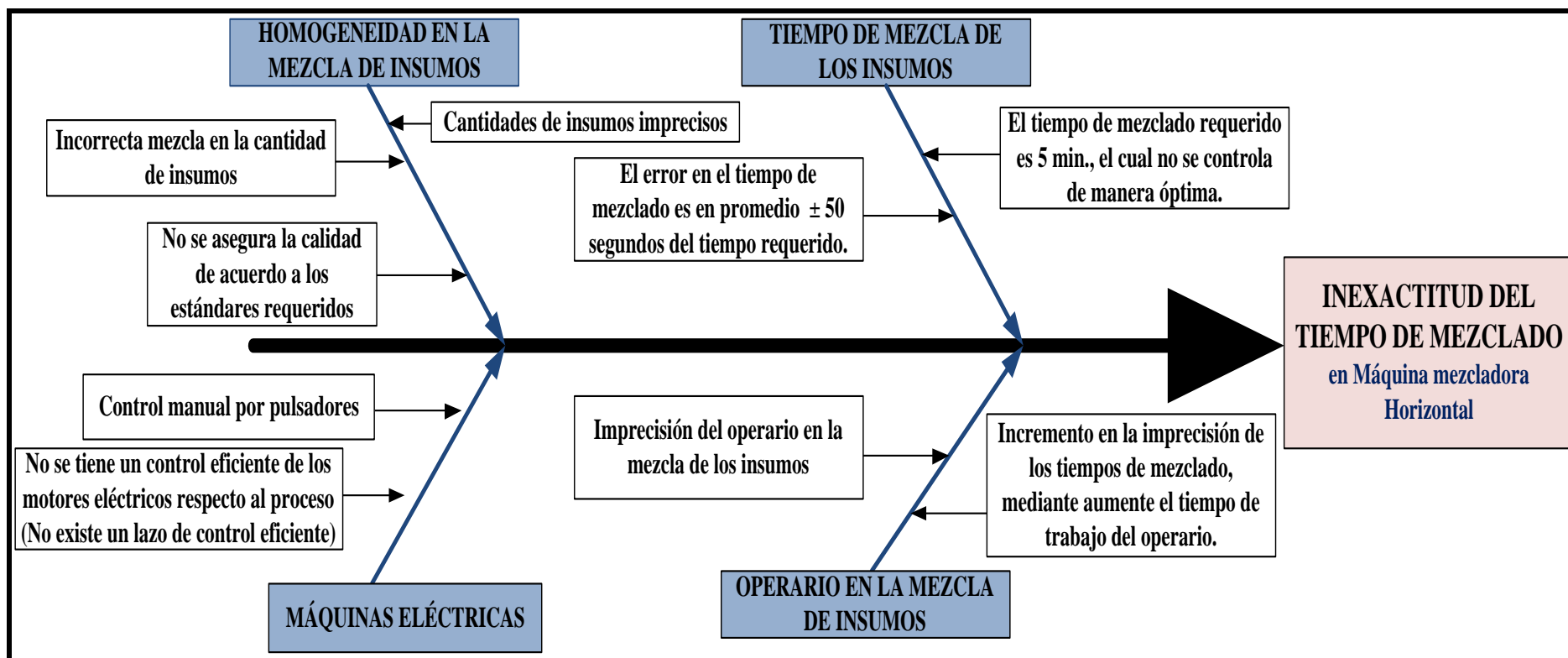


Figura N° 9: Figura 09: Falla “Inexactitud del tiempo de mezclado” en la máquina mezcladora Horizontal – Planta el molino el Milagro, 2019. Fuente: Elaborado por los autores.

En la figura 10, se detalla el diagrama de Ishikawa respecto a la falla “Inexactitud en la cantidad de insumos para la elaboración de un Batch” en un determinado tipo de alimento balanceado para aves, indicando que esta falla depende de la cantidad de insumos, operario, máquinas y Batch (lote).

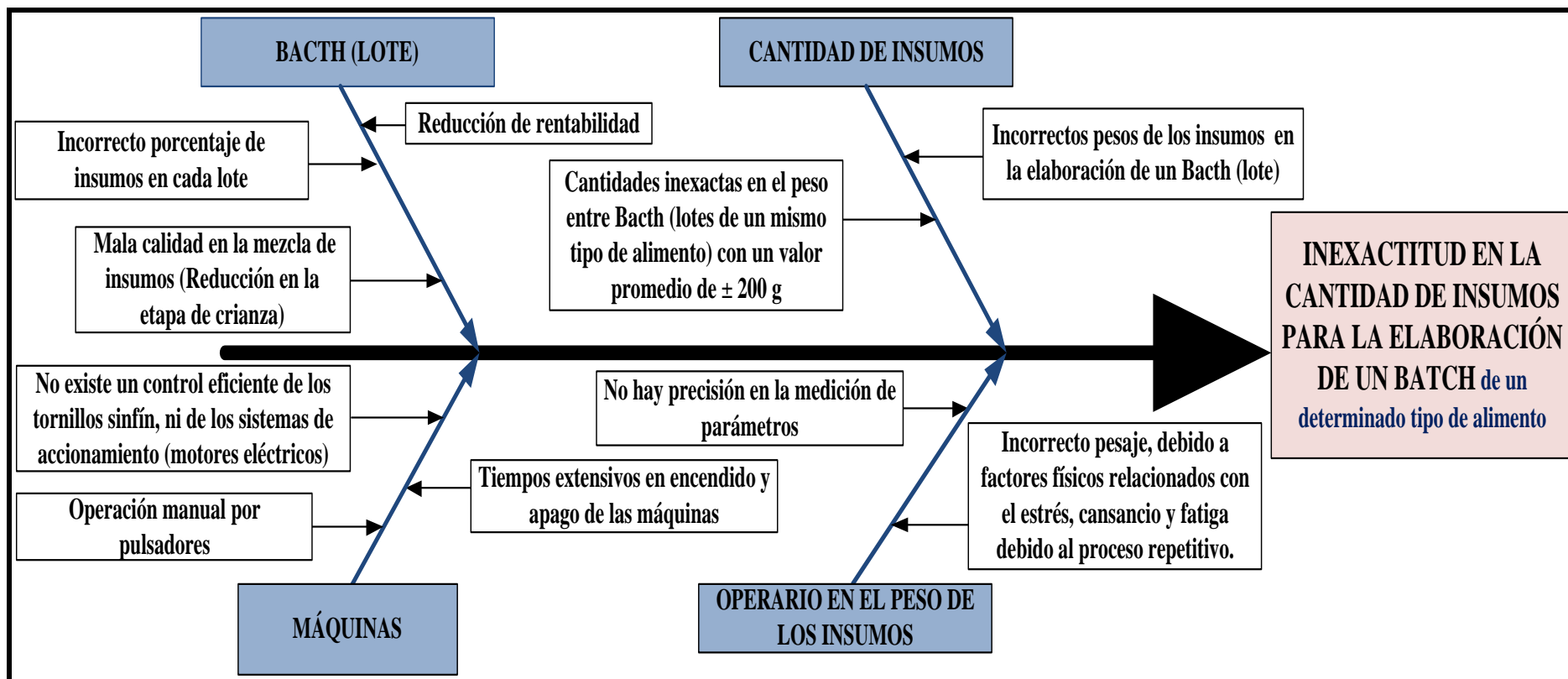


Figura N° 10: Falla “Inexactitud en la cantidad de insumos para la elaboración de un Batch” en un determinado tipo de alimento balanceado para aves – Planta el molino el Milagro, 2019. Fuente: Elaborado por los Autores.

En la figura 11, se detalla el diagrama de Ishikawa respecto a la falla “Inestabilidad en el tiempo en el proceso de dosificación y mezclado” en la mezcla de insumos en las tolvas de insumos y tolva de pesado, indicando que esta falla depende de la consistencia del alimento balanceado, tiempo de proceso, máquinas y personal.

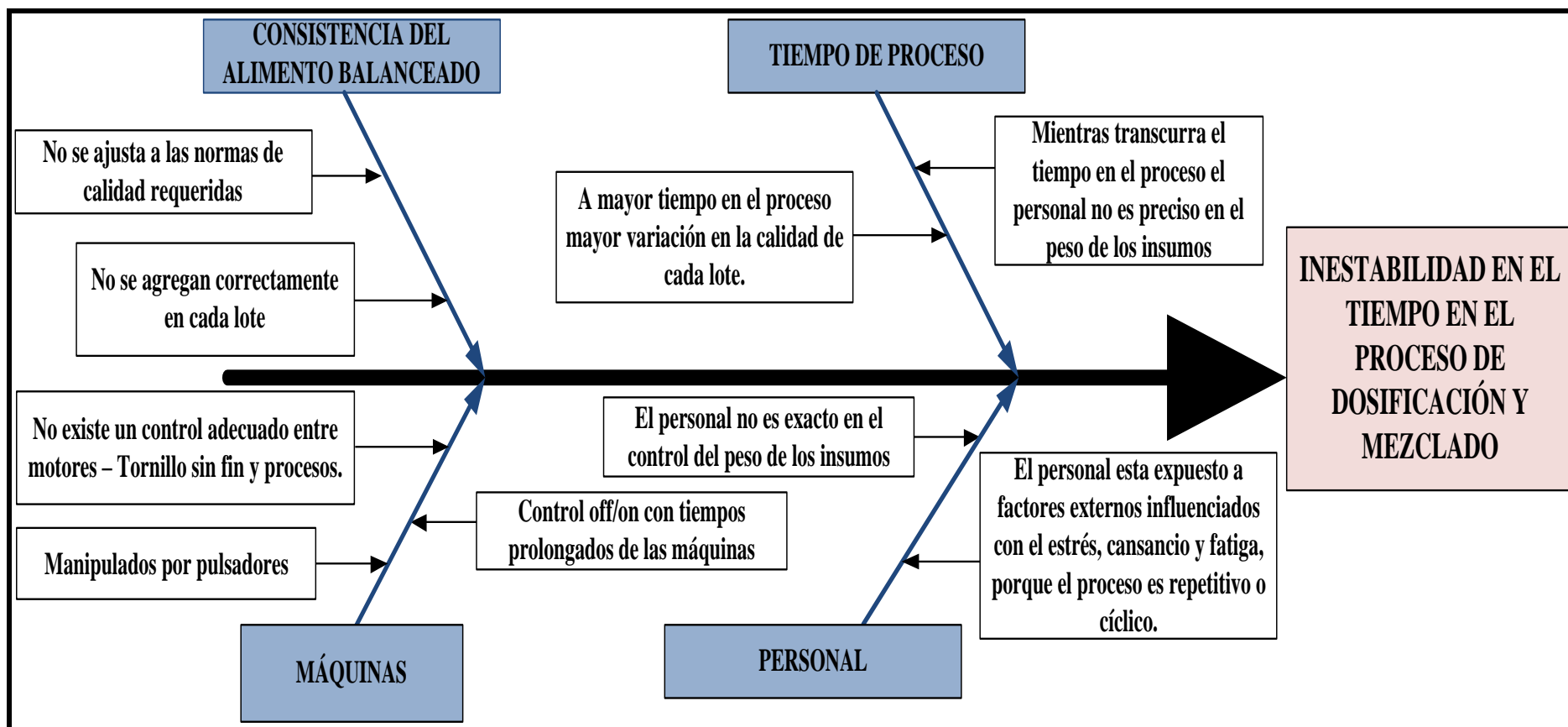


Figura N° 11: Falla “Inestabilidad en el tiempo en el proceso de dosificación y mezclado”– Planta el molino el Milagro, 2019.Fuente: Elaborado por los Autores.

En la figura 12, se detalla el diagrama de Ishikawa respecto a la falla “Ineficiencia en el registro de los insumos empleados” en los procesos dosificación y mezclado de alimentos balanceados, indicando que esta falla depende de la interpretación de parámetros, registro de insumos, personal y software.

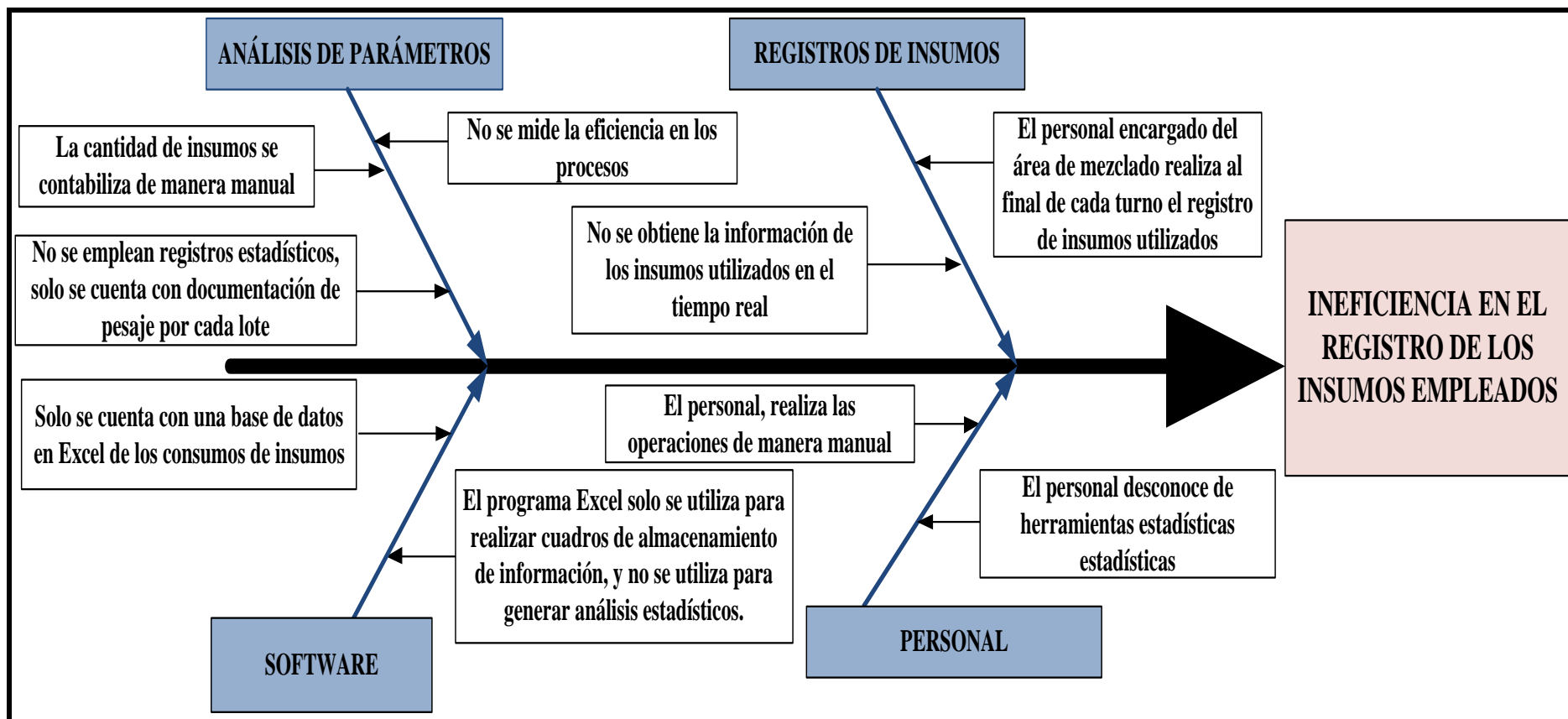


Figura N° 12: Falla “Ineficiencia en el registro de los insumos empleados” – Planta el molino el Milagro, 2019. Fuente: Elaborado por los Autores.

### 3.1.3. Indicadores de control actuales:

Para el análisis del control de los indicadores actuales, se tomó como muestra 50 ítems de medición del pesaje en el área de dosificación y del tiempo de mezcla en el área de mezclado con una producción de 280 TM/día (3 TM/lote) y un tiempo de 22 horas/día.

#### a) Tiempos de mezclado:

Tal como se detalla en la tabla 1, el tiempo de mezclado promedio absoluto es de  $\pm 49.96$  segundos, con un total absoluto de 2498 segundos (41.633 minutos) que es el tiempo que perjudica las operaciones de calidad en la elaboración de los lotes de alimento balanceado.

Tabla N° 4: Tiempos de mezclado de alimento balanceado.

ÍTEM	TIEMPO DE MEZCLADO (Segundos)	Tiempo requerido (segundos)	Exceso o reducción $\pm$ (segundos)
1	252	300	-48
2	358	300	58
3	257	300	-43
4	352	300	52
5	260	300	-40
6	353	300	53
7	348	300	48
8	257	300	-43
9	344	300	44
10	353	300	53
11	353	300	53
12	255	300	-45
13	359	300	59
14	354	300	54
15	265	300	-35
16	358	300	58
17	355	300	55
18	357	300	57
19	253	300	-47
20	348	300	48

21	257	300	-43
22	344	300	44
23	353	300	53
24	353	300	53
25	263	300	-37
26	359	300	59
27	354	300	54
28	358	300	58
29	257	300	-43
30	352	300	52
31	257	300	-43
32	353	300	53
33	359	300	59
34	354	300	54
35	251	300	-49
36	358	300	58
37	355	300	55
38	357	300	57
39	253	300	-47
40	257	300	-43
41	353	300	53
42	348	300	48
43	257	300	-43
44	344	300	44
45	353	300	53
46	353	300	53
47	253	300	-47
48	348	300	48
49	257	300	-43
50	359	300	59
PROMEDIO ABSOLUTO (Segundos)			±49.96
TOTAL ABSOLUTO (Segundos)			2498

*Fuente: Recolección de datos obtenida de la planta de molino el Milagro, 2019.*



La confiabilidad del área mezclado, se determina según la ecuación (1) :

$$C_{\text{mezclado}} = e^{\left(\frac{\text{N}^\circ \text{ máximo de pruebas}}{100 * (\text{total absoluto} - \text{tiempo de operación})}\right) * \text{tiempo de operación}}$$

Datos:

- N° máximo de pruebas : 50
- Total absoluto : 2498 segundos
- Tiempo de operación : 22 horas (79200 segundos)

Reemplazando:

$$C_{\text{mezclado}} = e^{\left(\frac{50}{100 * (2498 \text{ s} - 79200 \text{ s})}\right) * 79200 \text{ s}}$$

$$C_{\text{mezclado}} = 0.597 = 59.70\%$$

El área de mezclado actualmente tiene una confiabilidad del 59.70% porque es manipulada manualmente mediante pulsadores que activan motores eléctricos y tornillos sinfín.

b) Cantidad o peso por lote:

Tal como se detalla en la tabla 2, el pesos absoluto excedido o reducido por lote es de  $\pm 200.16$  gramos, con un total absoluto de 10008 gramos valor que perjudica las operaciones de calidad en la elaboración de los lotes de alimento balanceado.

Tabla N° 5: Pesos en exceso o reducido por cada lote.

ÍTEM	Peso excedido o reducido por lote (gramos)
1	-215
2	213
3	187
4	176
5	-220
6	211
7	188
8	215
9	-199
10	217
11	221
12	189
13	201

14	-176
15	200
16	211
17	188
18	215
19	-170
20	-217
21	221
22	189
23	-201
24	211
25	188
26	-215
27	199
28	217
29	221
30	159
31	201
32	176
33	-220
34	211
35	188
36	-215
37	201
38	156
39	220
40	-180
41	178
42	-215
43	189
44	217
45	-221
46	189
47	201
48	190
49	-188
50	-202
PROMEDIO ABSOLUTO (Gramos)	±200.16
TOTAL ABSOLUTO (Gramos)	10008

*Fuente: Recolección de datos obtenida de la planta de molino el Milagro, 2019.*

La confiabilidad del área de dosificación, se determina según la ecuación (2):

$$C_{\text{dosificación}} = e^{\left(\frac{N^{\circ} \text{ máximo de pruebas}}{100 * (\text{total absoluto} - \text{Masa de operación})}\right) * \text{Masa de operación}}$$

Datos:

- N° máximo de pruebas : 50
- Total absoluto : 10008 gramos (0.01TM)
- Masa de operación : 3 TM/lote

Reemplazando:

$$C_{\text{dosificación}} = e^{\left(\frac{50}{100 * (0.01 - 3)}\right) * 3}$$

$$C_{\text{dosificación}} = 0.61 = 61\%$$

El área de dosificación actualmente tiene una confiabilidad del 61% porque es manipulada manualmente.

c) Confiabilidad del sistema:

Como el área de dosificación y mezclado trabajan en línea o serie, la confiabilidad total de estas dos áreas sería:

$$C_{\text{total}} = C_{\text{mezclado}} * C_{\text{dosificación}}$$

$$C_{\text{total}} = 0.597 * 0.61 = 0.3642 = 36.42\%$$

3.2. Equipos e Instrumentación para el control y Monitoreo Automático en el Área de Medición, Dosificación y Mezclado:

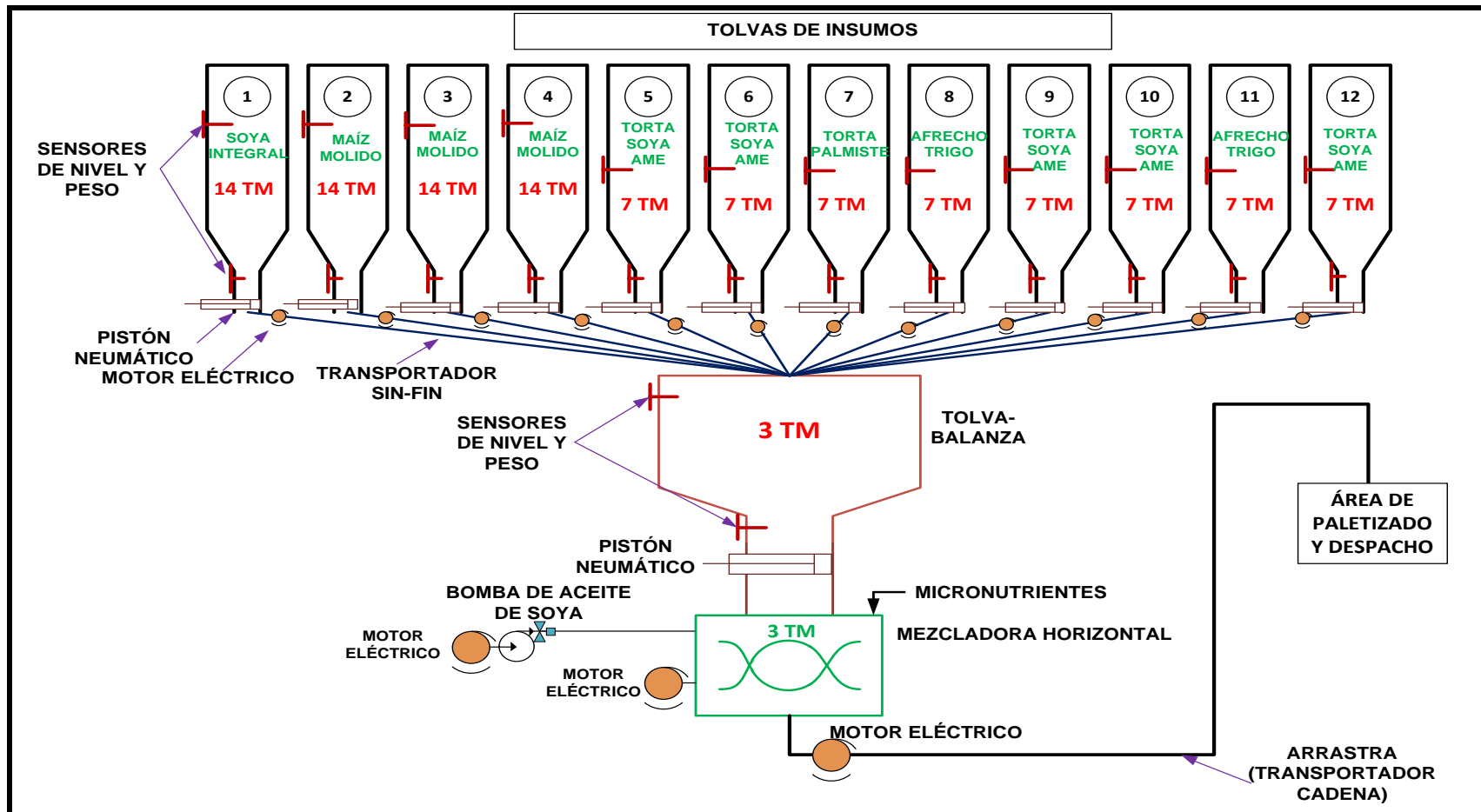


Figura N° 13: Equipos e instrumentación para el control y monitoreo del área de medición, dosificación y mezclado Fuente: Elaborado por los Autores.

### 3.2.1. Parámetros de Operación de los Equipos:

Para el control y monitoreo del área de medición, control y dosificación es muy importante conocer las características de funcionamiento de todos los equipos involucrados, ya que estos vienen hacer los actuadores (salidas) y sus parámetros como potencia, voltaje y amperaje definen el correcto funcionamiento con el PLC (Control Lógico Programable).

Tabla N° 6: Parámetros de funcionamiento de los equipos en el área de medición, dosificación y mezclado.

<b>EQUIPO</b>	<b>PÁRAMETROS</b>	<b>VALOR OPERACIONAL</b>
MOTOR ELÉCTRICO- TORNILLO SIN FIN – TOLVA 1	Potencia eléctrica	1.5 KW
	Tensión	380 V
	Amperaje	3.2 A
MOTOR ELÉCTRICO- TORNILLO SIN FIN – TOLVA 2	Potencia eléctrica	1.5 KW
	Tensión	380 V
	Amperaje	2.2 A
MOTOR ELÉCTRICO- TORNILLO SIN FIN – TOLVA 3	Potencia eléctrica	0.75 KW
	Tensión	380 V
	Amperaje	1.0 A
MOTOR ELÉCTRICO- TORNILLO SIN FIN – TOLVA 4	Potencia eléctrica	1.5 KW
	Tensión	380 V
	Amperaje	1.5 A
MOTOR ELÉCTRICO- TORNILLO SIN FIN – TOLVA 5	Potencia eléctrica	1.5 KW
	Tensión	380 V
	Amperaje	1.5 A
MOTOR ELÉCTRICO- TORNILLO SIN FIN – TOLVA 6	Potencia eléctrica	0.75 KW
	Tensión	380 V
	Amperaje	1 A
MOTOR ELÉCTRICO- TORNILLO SIN FIN – TOLVA 7	Potencia eléctrica	0.75 KW
	Tensión	380 V
	Amperaje	1 A
	Potencia eléctrica	1.5 KW

MOTOR ELÉCTRICO- TORNILLO SIN FIN – TOLVA 8	Tensión	380 V
	Amperaje	3.2 A
MOTOR ELÉCTRICO- TORNILLO SIN FIN – TOLVA 9	Potencia eléctrica	1.5 KW
	Tensión	380 V
	Amperaje	3.2 A
MOTOR ELÉCTRICO- TORNILLO SIN FIN – TOLVA 10	Potencia eléctrica	1.5 KW
	Tensión	380 V
	Amperaje	3.2 A
MOTOR ELÉCTRICO- TORNILLO SIN FIN – TOLVA 11	Potencia eléctrica	1.5 KW
	Tensión	380 V
	Amperaje	2.3 A
MOTOR ELÉCTRICO- TORNILLO SIN FIN – TOLVA 12	Potencia eléctrica	1.5 KW
	Tensión	380 V
	Amperaje	3.2 A
MOTOR ELÉCTRICO- MEZCLADORA HORIZONTAL	Potencia eléctrica	45 KW
	Tensión	380 V
	Amperaje	57 A
MOTOR ELÉCTRICO- BOMBA DE ACEITE DE SOYA	Potencia eléctrica	3.70 KW
	Tensión	380 V
	Amperaje	2.70 A
MOTOR ELÉCTRICO- ARRASTRA DE MEZCLADO	Potencia eléctrica	7.50 KW
	Tensión	380 V
	Amperaje	3.6 A
MOTOR ELÉCTRICO- ELEVADOR DE MEZCLADO	Potencia eléctrica	11.20 KW
	Tensión	380 V
	Amperaje	19 A

Fuente: Planta de alimento blanceado El Milagro, 2019

### 3.2.2. Instrumentación:

#### a) SENSORES DE NÍVEL:

La planta molino El Milagro, tiene 12 tolvas de insumos con alturas de 10 metros y una tolva balanza con una altura de 5 m, las cuales requieren de una precisión del nivel de llenado para la continuidad del proceso.

Del proveedor UWT LEVEL CONTROL seleccionamos el sensor de nivel modelo NG 3100 versión cable, con las siguientes características que se muestran en la figura 14.

Datos técnicos	
<b>Carcasa</b>	Aluminio IP 68, acero inoxidable
<b>Certificados</b>	ATEX, FM
<b>Rango de medición</b>	Versión varilla máx. 6m (236 inch) Versión cable máx. 75m (2952 inch)
<b>Temperatura de trabajo</b>	-40°C hasta +200°C (-40°F hasta +392°F)
<b>Presión</b>	-1 hasta +40 bar (-14,5 hasta +580 psig)
<b>Sensibilidad</b>	Valor DK $\geq 1,5$
<b>Tensión de alimentación</b>	9,6..35V DC, 2-hilos
<b>Señal de medición</b>	4 - 20 mA/ HART
<b>Conexión al proceso</b>	Rosca de G $\frac{3}{4}$ , $\frac{3}{4}$ NPT Otras bridas también disponibles
<b>Material conexión al proceso</b>	Acero inoxidable 1.4404 (SS316L) / 1.4435 (SS316L)
<b>Material sonda</b>	Acero inoxidable 1.4404 (SS316L) / 1.4401 (SS316)
	Revestido en PA Junta de FKM / FFKM / EPDM

**NG 3100 Versión Cable**

**Largo de la extensión máx. 75m**  
**Sonda personalizable**




Figura N° 14: Características nominales del sensor de nivel NG 3100 versión cable.

#### b) SENSORES DE PESO:

La planta molino El Milagro, tiene 12 tolvas de insumos, las tolvas 01, 02, 03 y 05 deben ser abastecidas con una capacidad de 14TM con un tiempo de llenado de 45 min. Las tolvas 06, 07, 08, 09, 10, 11 y 12 deben ser llenadas con una capacidad de 7 TM en un tiempo de 30min. Asimismo la tolva balanza tiene una capacidad de 3 TM para un batch.

Del proveedor SENSOVANT seleccionamos el sensor de nivel modelo LTI laser el cual mediante la altura detectada del silo, registra el peso contenido en el silo. Cuenta con las siguientes características que se muestran en la figura 15.

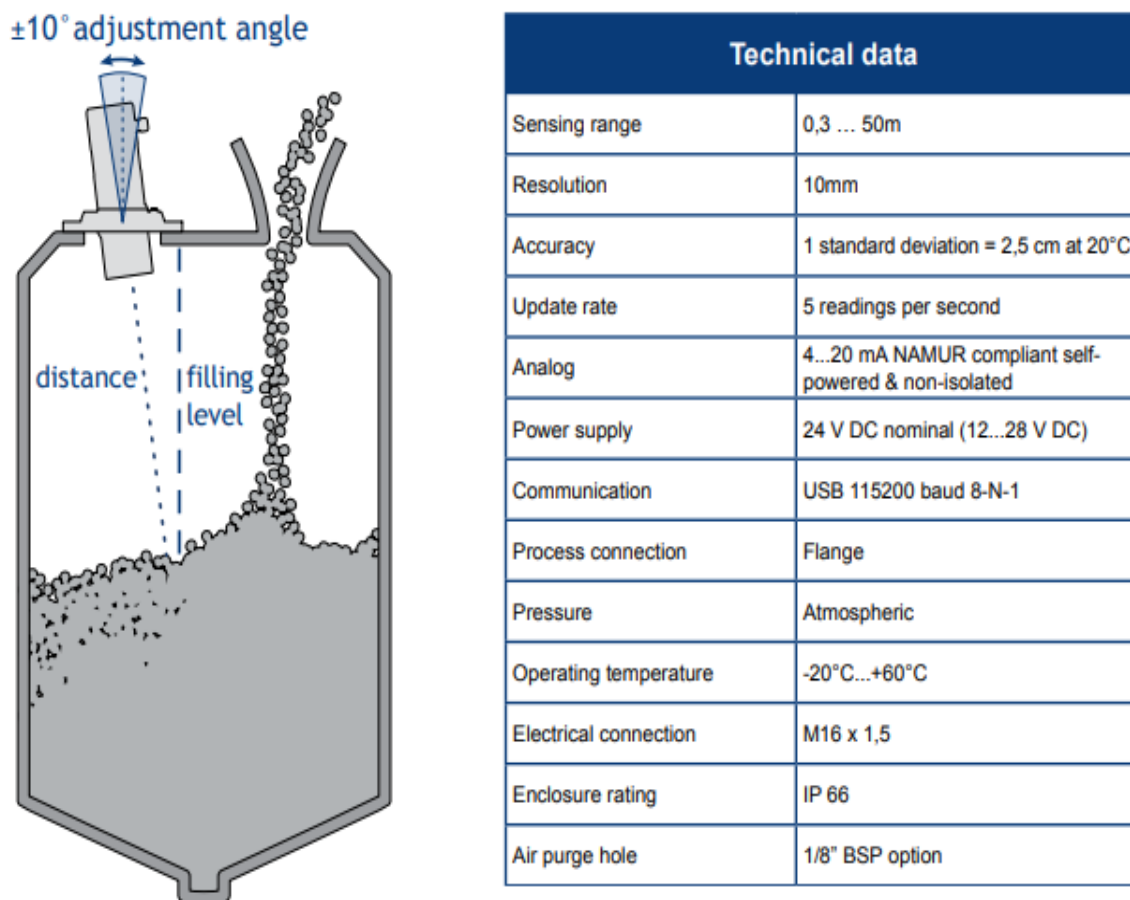


Figura N° 15: Características nominales del sensor de peso LTI laser

### c) PLC (CONTROL LÓGICO PROGRAMABLE)

El área de medición, dosificación y mezclado debe poseer un óptimo control y monitoreo de sus productos (alimento balanceado), con un tipo de proceso batch, donde las entradas son sensores e interruptores y las salidas son motores eléctricos y pistones neumáticos (figura 16). Las entradas analógicas y los actuadores deben ser precisos en dos variables peso y tiempo. Debido a estas condiciones el PLC que cumple todas las especificaciones indicadas es el SIMATIC S7-400 (El cual es más utilizado en la industria alimenticia).



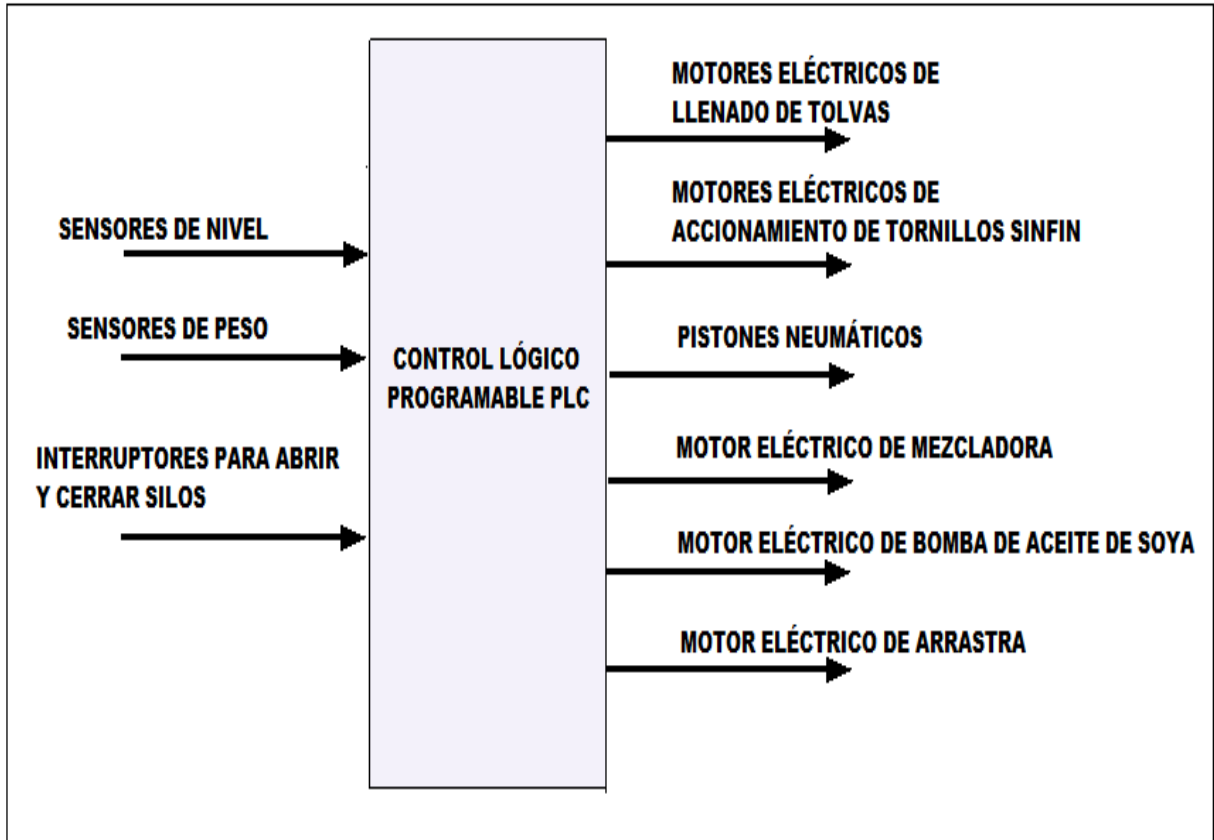


Figura N° 16: Entradas y salidas de control automático del PLC

En la figura 17, se muestra las características nominales del PLC SIMATIC S7-400. Pero como se necesitan 13 entradas analógicas (sensores e interruptores), tendríamos 8192 canales analógicos ( $2^{13}$ ), por lo consiguiente seleccionamos el modelo 416-2.



SIMATIC S7-400, CPU	412-1/ 412-2	414-2	414-3	414-3 PN/DP	416-2	416-3
<b>Memoria de trabajo</b>	288/ 512 <sup>1)</sup> kbytes	1 Mbyte	2,8 Mbytes	2,8 Mbytes	5,6 Mbytes	11,2 Mbytes
Instrucciones	48/841) K	170 K	460 K	460 K	920 K	1840 K
<b>Tiempos de ejecución (µs)</b>						
Bit/pal./coma fija/coma flot.	75/75/75/225	45/45/45/135	45/45/45/135	45/45/45/135	30/30/30/90	30/30/30/90
<b>Temporizadores/contadores</b>	2048/2048	2048/2048	2048/2048	2048/2048	2048/2048	2048/2048
<b>Áreas de direccionamiento</b>						
Canales digitales	32768/32768	65536/65536	65536/65536	65536/65536	131072/131072	131072/131072
Canales analógicos	2048/2048	4096/4096	4096/4096	4096/4096	8192/8192	8192/8192
<b>Interfaces DP</b>						
Cantidad de interfaces DP	1(MPI/DP) / 11)	1	2	1	1	2
Cantidad de esclavos DP	32/64	96	96 respec.	125 respec.	125	125 respec.
Interfaces enchufables	—	—	1 x DP	1 x DP	—	1 x DP
<b>Interfaces PN</b>						
Cantidad de interfaces PN	—	—	—	1 (2 puertos)	—	—
PROFINET IO	—	—	—	●	—	—
PROFINET con IRT	—	—	—	●	—	—
PROFINET CBA	—	—	—	●	—	—
TCP/IP	—	—	—	●	—	—
UDP	—	—	—	●	—	—
Servidor web	—	—	—	●	—	—
ISO-on-TCP (RFC 1006)	—	—	—	●	—	—
Pasarela de juegos de datos	—	—	—	●	—	—
<b>Dimensiones A x A x P (mm)</b>	25x290x219	25x290x219	50x290x219	25x290x219	25x290x219	50x290x219

— = no aplicable/no disponible

1) CPU 412-2

● = aplicable/disponible

Figura N° 17: Características nominales del PLC SIMATIC S7-400

### 3.3. Programación del proceso automatizado del área de medición, dosificación y mezclado en la elaboración de los alimentos balanceados:

El PLC (control lógico programable) necesita de un lenguaje para comunicarse con el usuario (operador), el tipo de lenguaje a utilizarse serán los diagramas de contactos o Ladder (escalera). Estos tipos de diagramas son los más utilizados en la industria debido a su fácil comprensión.

El Microcontrolador se fraccionará en 10 memorias, debido a que la planta el molino el Milagro procesa 10 tipos de alimentos balanceados siendo estos: alimentos para aves machos (EA3-F40, EA5-F40, EA6-F40, EA7-F40), alimento para aves hembras (EA3-F41, EA5-F41, EA6-F41, EA7-F41) y alimento para aves reproductoras (RA1-F22, RA8-F22). Por lo cual se requiere de un determinado diagrama Ladder para cada caso.

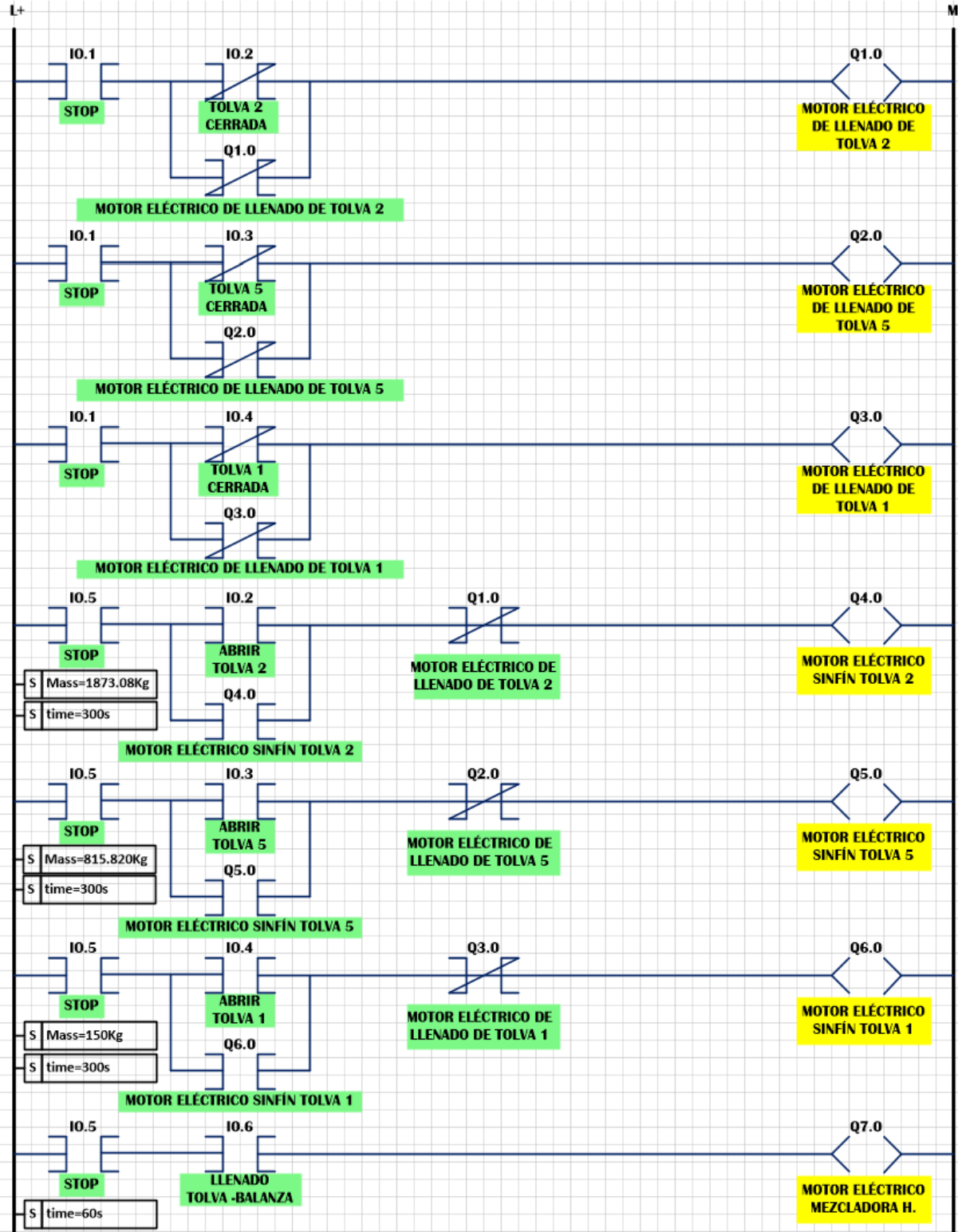
#### 3.3.1. Programación para el Alimento Balanceado EA3-F40:

El alimento balanceado EA3-F40, requiere la siguiente composición: maíz molino, torta soya ame y soya integral. Asimismo, la composición requiere de los micronutrientes: F.Bicalcico 18.50%, carbonato de calcio, aceite de crudo de soya y cloruro de colina 75%.

Tabla 07: Composición del alimento balanceado EA3-F40

Tabla N° 7: Composición del alimento balanceado EA3-F40

<b>ALIMENTO BALANCEADO EA3-F40</b>		
<b>COMPOSICIÓN</b>	<b>CANTIDADES (Kg)</b>	<b>Número de Tolva</b>
Maíz Molido	1873.08	02
Torta Soya Ame	815.820	05
Soya Integral	150.00	01
<b>MICRONUTRIENTES</b>		
F.Bicalcico 18.50%	22.92	
Carbonato de calcio	13.86	
Aceite de crudo de soya	75.69	
cloruro de colina 75%.	48.63	
Total	3000 Kg	



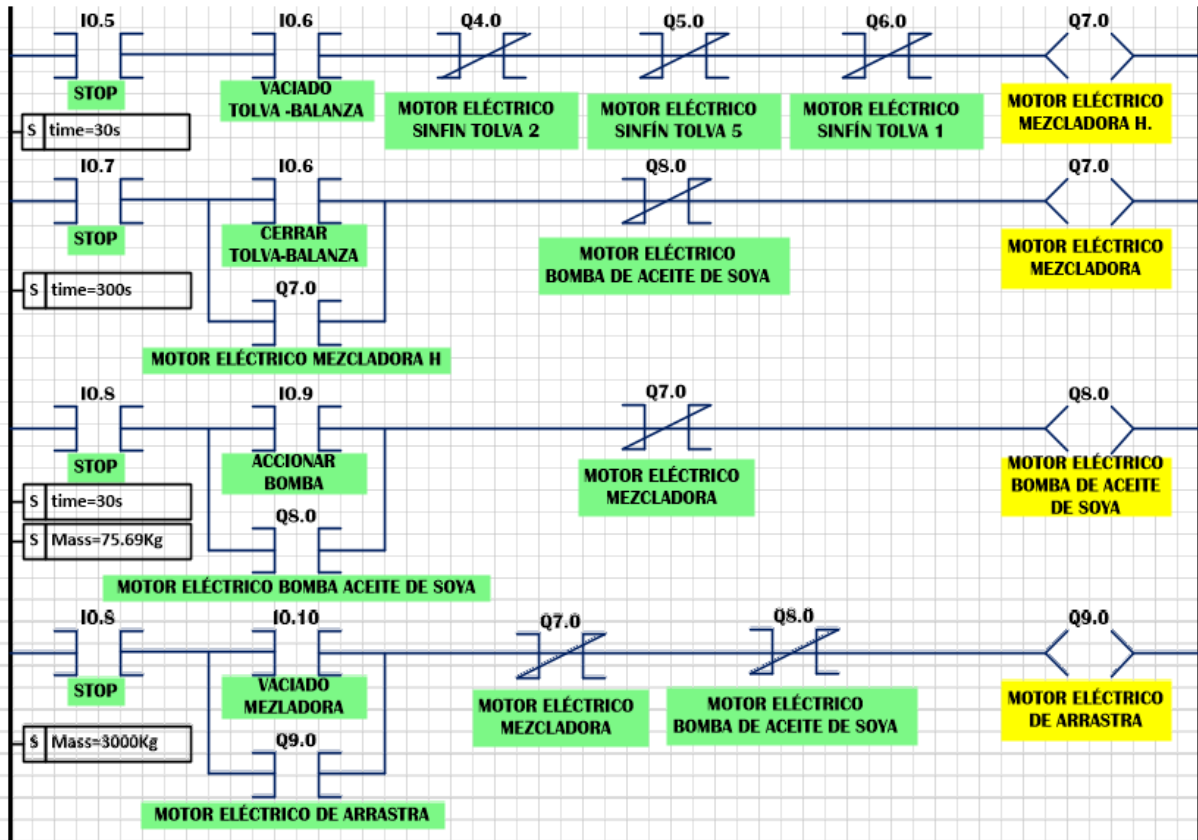


Figura N° 18: Memoria de programación automática del batch EA3-F40 Fuente: Elaborado por los autores, Software TIA (Totally integrated automation) Portal V13 Siemens, 2019.

En la figura 18, se describe el lenguaje de programación para la comunicación entre el PLC y el usuario para la elaboración del alimento balanceado EA3-F40, dónde las tolvas 2, 5 y 1 descargan (abriendo pistones neumáticos) simultáneamente en un tiempo de 5 minutos (300 segundos) las masas de 1873.08 kg, 815.820 Kg y 150 Kg respectivamente mediante un sensor de peso y nivel, una vez detectado el vaciado de estas masas de las tolvas de insumos se accionan los motores 2, 5 y 1 respectivamente para reponer dichas masas utilizando también sensores de peso y nivel. Las masas evacuadas 2, 5 y 1 de las tolvas de insumos son transportadas por tornillos sin fin a una tolva balanza, el producto una vez ya ubicado en la tolva balanza, se espera el tiempo de 1 minuto (60 segundos) adicionales dónde los motores de los tornillos sin fin siguen operativos para evacuar el material restante quedado en la canaletas. Luego mediante un sensor de peso y nivel se espera en un espacio de 30 segundos para abrir la el pistón neumático de la tolva balanza, donde esta empleará un tiempo de vaciado de 30 segundos (una vez generado el vaciado de la tolva balanza se accionan nuevamente los pistones

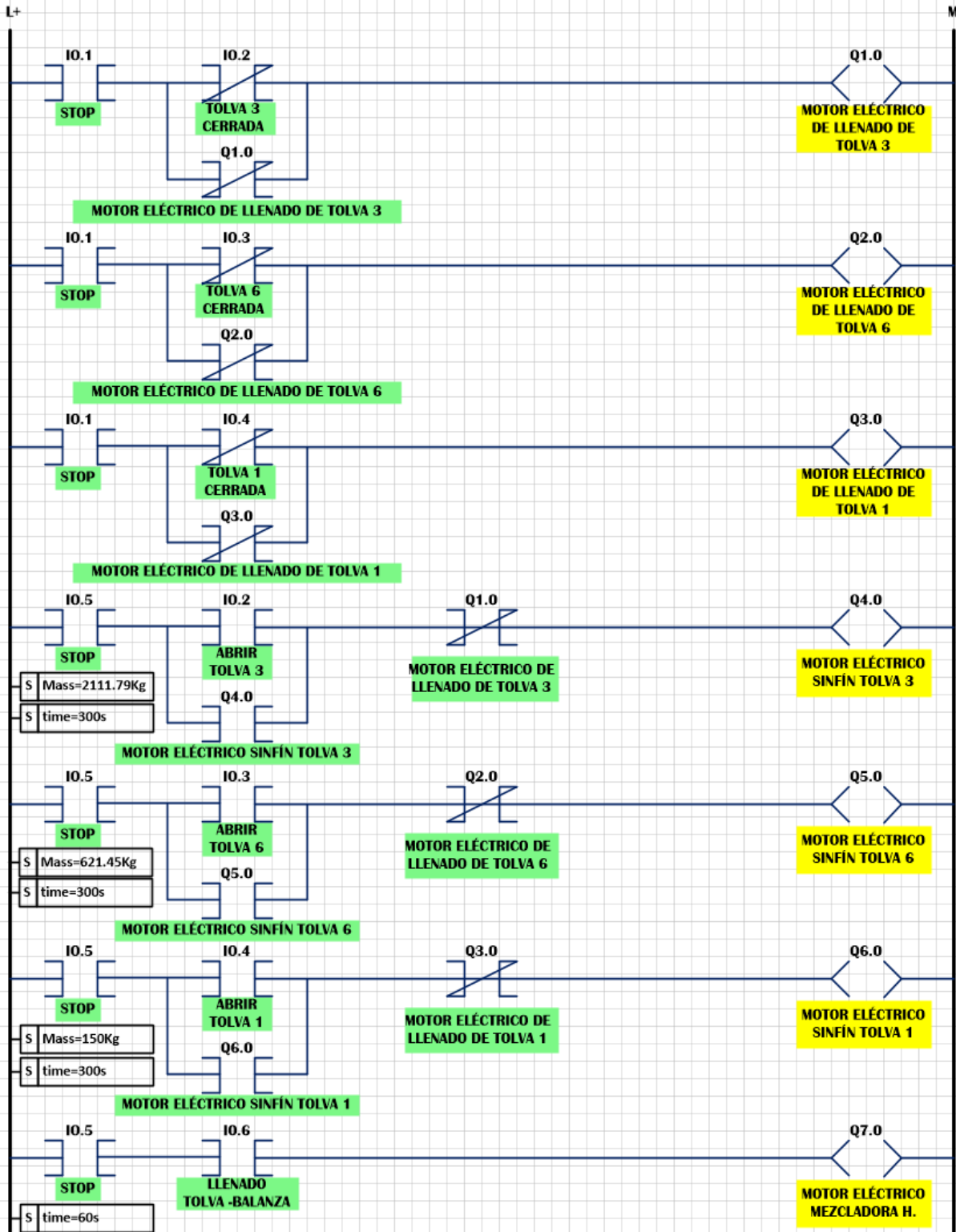
neumáticos 2, 5 y 1 de las tolvas de insumos para el llenado repetitivo de la tolva balanza). Luego se acciona el motor de la mezcladora horizontal con un tiempo de 5 minutos (300 segundos), existiendo un stop en durante el proceso de mezclado para accionar el motor de la bomba de aceite de soya durante un tiempo de 30 segundos para entregar 75.69 Kg en ese mismo tiempo en paralelo se ingresan también los micronutrientes (F.Bicalcico 18.50% 22.92 Kg, carbonato de calcio 13.86 Kg y cloruro de colina 75% 48.63 Kg). Cabe indicar que el tiempo de 30 segundos para el ingreso del aceite de soya y micronutrientes no esta incluido en el tiempo de 300 segundos de mezclado (esto se puede ver reflejado en la memoria de programación). Finalmente una vez elaborado un batch EA3-F40, se acciona el motor eléctrico de arrastra llevando el alimento balanceado a las áreas de paletizado y despacho.

### 3.3.2. Programación para el alimento balanceado EA5-F40:

El alimento balanceado EA5-F40, requiere la siguiente composición: maíz molino, torta soya ame y soya integral. Asimismo, la composición requiere de los micronutrientes: F.Bicalcico 18.50%, carbonato de calcio, aceite de crudo de soya y cloruro de colina 75%.

Tabla N° 8:Composición del alimento balanceado EA5-F40

<b>ALIMENTO BALANCEADO EA5-F40</b>		
<b>COMPOSICIÓN</b>	<b>CANTIDADES (Kg)</b>	<b>Número de Tolva</b>
Maíz Molido	2111.79	03
Torta Soya Ame	621.45	06
Soya Integral	150.00	01
<b>MICRONUTRIENTES</b>		
F.Bicalcico 18.50%	14.40	
Carbonato de calcio	12.36	
Aceite de crudo de soya	41.01	
cloruro de colina 75%.	48.99	
Total	3000 Kg	



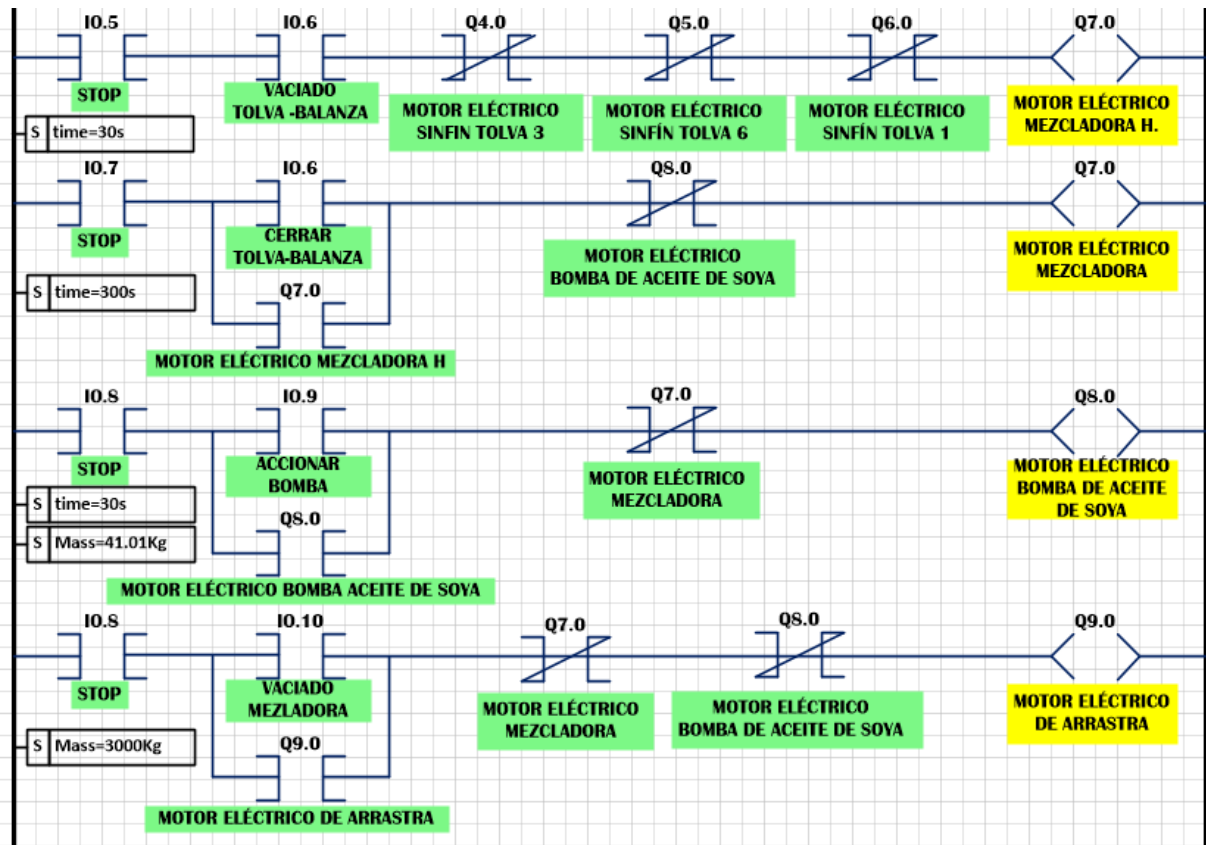


Figura N° 19: Memoria de programación automática del batch EA5-F40 Fuente: Elaborado por los autores, Software TIA (Totally integrated automation) Portal V13 Siemens, 2019.

En la figura 19, se describe el lenguaje de programación para la comunicación entre el PLC y el usuario para la elaboración del alimento balanceado EA5-F40, dónde las tolvas 3, 6 y 1 descargan (abriendo los pistones neumáticos) simultáneamente en un tiempo de 5 minutos (300 segundos) las masas de 2111.79 kg, 621.45 Kg y 150 Kg respectivamente mediante un sensor de peso y nivel, una vez detectado el vaciado de estas masas de las tolvas de insumos se accionan los motores 3, 6 y 1 respectivamente para reponer dichas masas utilizando también sensores de peso y nivel. Las masas evacuadas 3, 6 y 1 de las tolvas de insumos son transportadas por tornillos sin fin a una tolva balanza, el producto una vez ya ubicado en la tolva balanza, se espera el tiempo de 1 minuto (60 segundos) adicionales dónde los motores de los tornillos sin fin siguen operativos para evacuar el material restante permanecido en las canaletas. Luego mediante un sensor de peso y nivel se espera en un espacio de 30 segundos para abrir el pistón neumático de la tolva balanza, donde esta empleará un tiempo de vaciado de 30 segundos (una vez generado el vaciado de la tolva balanza se accionan nuevamente los



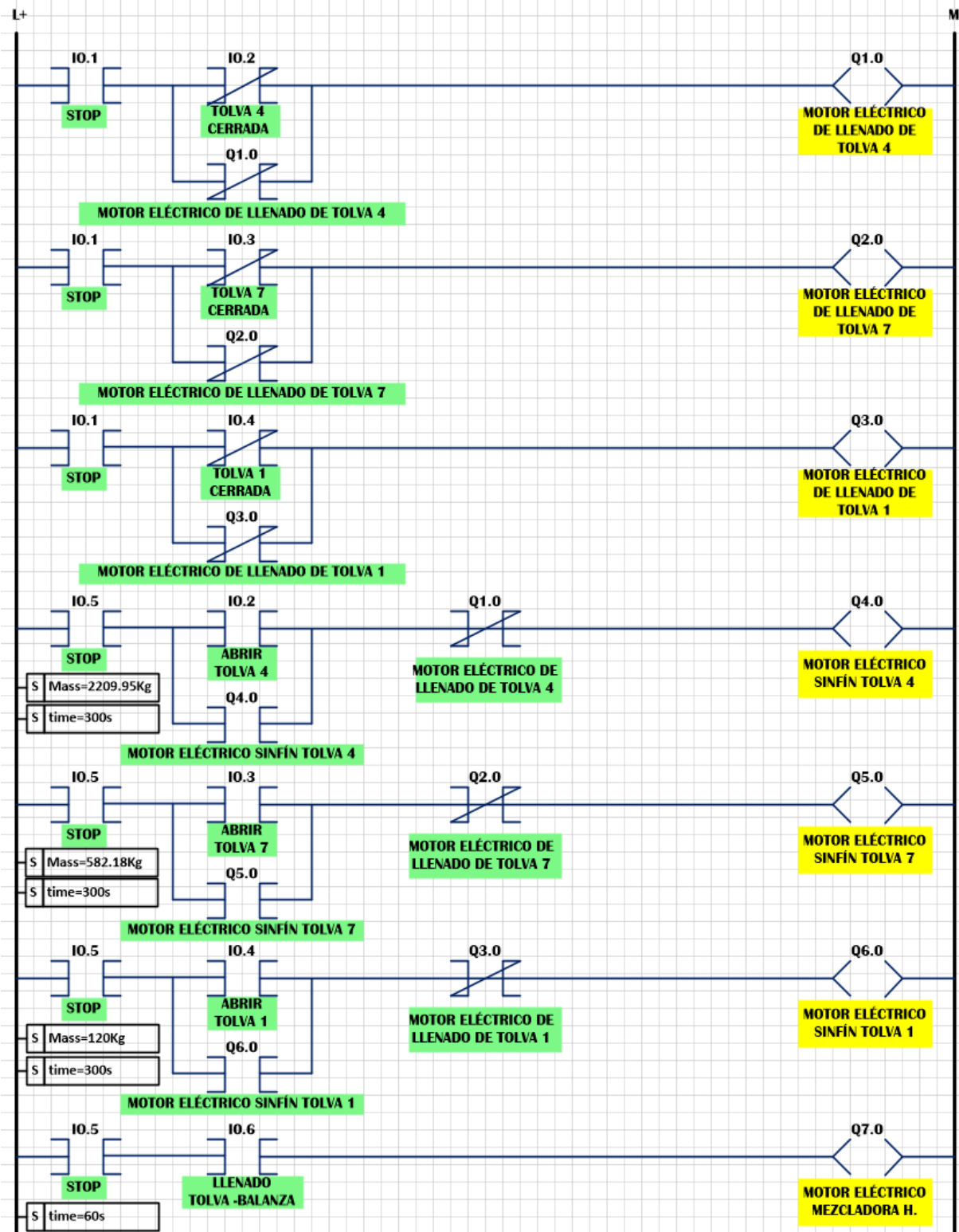
pistones neumáticos 3, 6 y 1 de las tolvas de insumos para el llenado repetitivo de la tolva balanza). Luego se acciona el motor de la mezcladora horizontal con un tiempo de 5 minutos (300 segundos), existiendo un stop en durante el proceso de mezclado para accionar el motor de la bomba de aceite de soya durante un tiempo de 30 segundos para entregar 41.01 Kg en ese mismo tiempo en paralelo se ingresan también los micronutrientes (F.Bicalcico 18.50% 14.40 Kg, carbonato de calcio 12.36 Kg y cloruro de colina 75% 48.99 Kg). Cabe indicar que el tiempo de 30 segundos para el ingreso del aceite de soya y micronutrientes no esta incluido en el tiempo de 300 segundos de mezclado (esto se puede ver reflejado en la memoria de programación). Finalmente una vez elaborado un batch EA5-F40, se acciona el motor eléctrico de arrastra llevando el alimento balanceado a las áreas de paletizado y despacho.

### 3.3.3. Programación para el alimento balanceado EA6-F40

El alimento balanceado EA6-F40, requiere la siguiente composición: maíz molino, torta palmiste y soya integral. Asimismo, la composición requiere de los micronutrientes: F.Bicalcico 18.50%, carbonato de calcio, aceite de crudo de soya y cloruro de colina 75%.

Tabla N° 9:Composición del alimento balanceado EA6-F40

<b>ALIMENTO BALANCEADO EA6-F40</b>		
<b>COMPOSICIÓN</b>	<b>CANTIDADES (Kg)</b>	<b>Número de Tolva</b>
Maíz Molido	2209.95	04
Torta Palmiste	582.18	07
Soya Integral	120.00	01
<b>MICRONUTRIENTES</b>		
F.Bicalcico 18.50%	4.50	
Carbonato de calcio	12.72	
Aceite de crudo de soya	32.01	
cloruro de colina 75%.	38.64	
Total	3000 Kg	



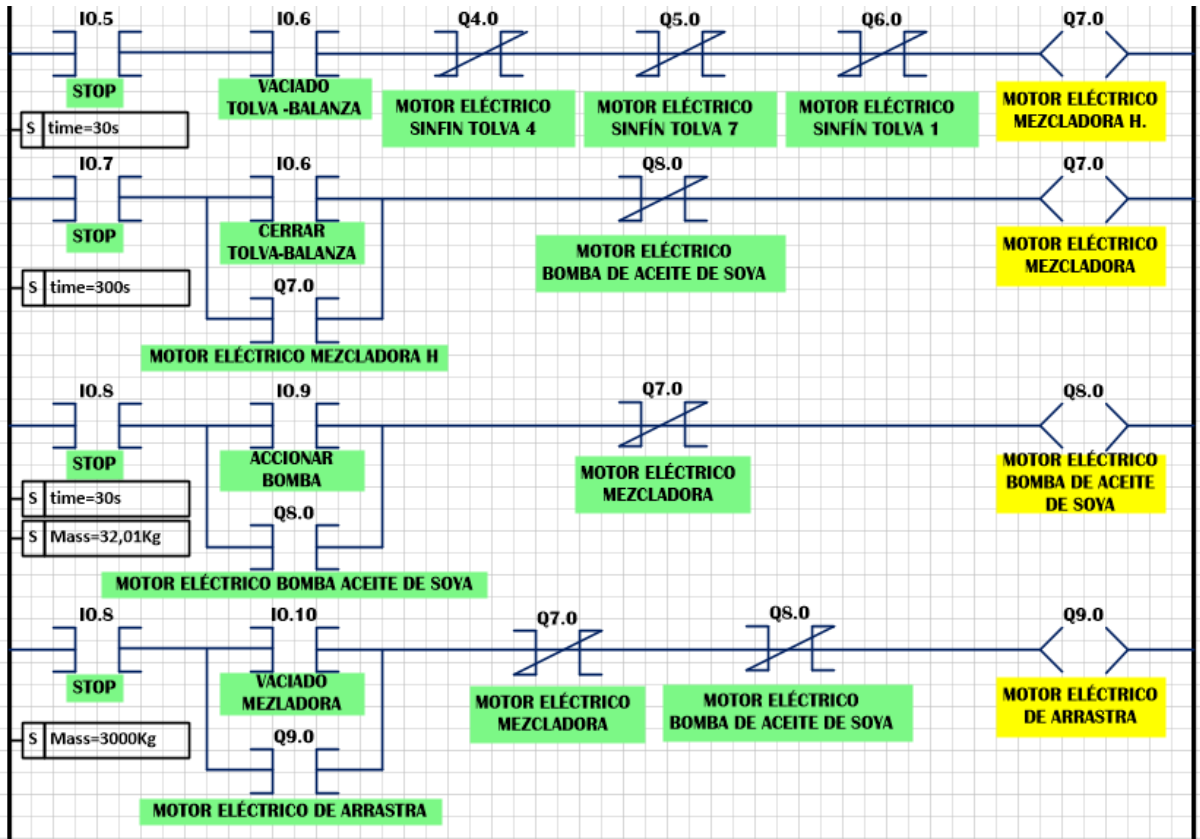


Figura N° 20: Memoria de programación automática del batch EA6-F40 Fuente: Elaborado por los autores, Software TIA (Totally integrated automation) Portal V13 Siemens, 2019.

En la figura 15, se describe el lenguaje de programación para la comunicación entre el PLC y el usuario para la elaboración del alimento balanceado EA6-F40, dónde las tolvas 4, 7 y 1 descargan (abriendo los pistones neumáticos) simultáneamente en un tiempo de 5 minutos (300 segundos) las masas de 2209.95 kg, 582.18 Kg y 120 Kg respectivamente mediante un sensor de peso y nivel, una vez detectado el vaciado de estas masas de las tolvas de insumos se accionan los motores 4, 7 y 1 respectivamente para reponer dichas masas utilizando también sensores de peso y nivel. Las masas evacuadas 4, 7 y 1 de las tolvas de insumos son transportadas por tornillos sin fin a una tolva balanza, el producto una vez ya ubicado en la tolva balanza, se espera el tiempo de 1 minuto (60 segundos) adicionales dónde los motores de los tornillos sin fin siguen operativos para evacuar el material restante permanecido en las canaletas. Luego mediante un sensor de peso y nivel se espera en un espacio de 30 segundos para abrir el pistón neumático de la tolva balanza, donde esta empleará un tiempo de vaciado de 30 segundos (una vez generado el vaciado de la tolva balanza se accionan nuevamente los

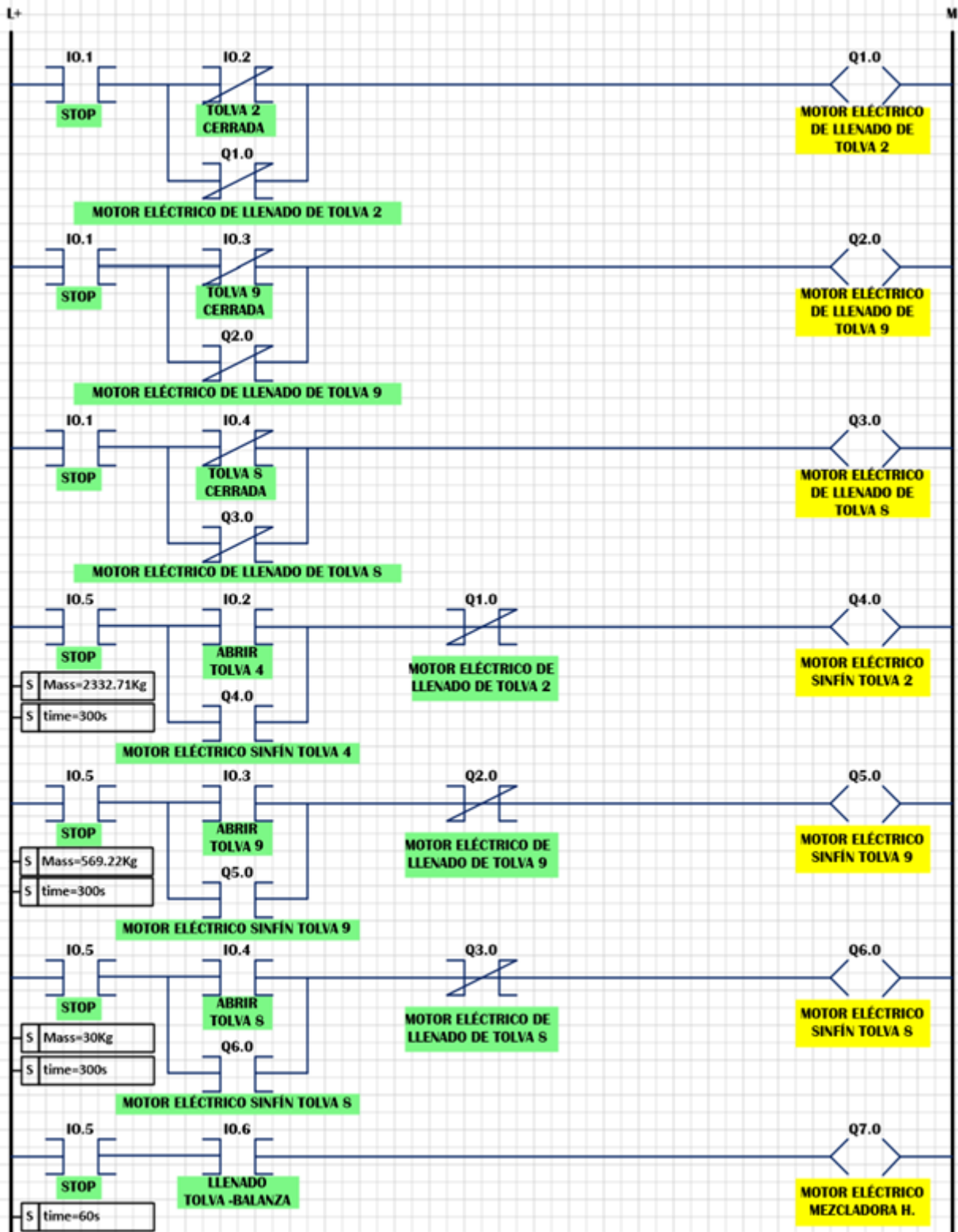
pistones neumáticos 4, 7 y 1 de las tolvas de insumos para el llenado repetitivo de la tolva balanza). Luego se acciona el motor de la mezcladora horizontal con un tiempo de 5 minutos (300 segundos), existiendo un stop en durante el proceso de mezclado para accionar el motor de la bomba de aceite de soya durante un tiempo de 30 segundos para entregar 32.01 Kg en ese mismo tiempo en paralelo se ingresan también los micronutrientes (F.Bicalcico 18.50% 4.50 Kg, carbonato de calcio 12.72 Kg y cloruro de colina 75% 38.64 Kg). Cabe indicar que el tiempo de 30 segundos para el ingreso del aceite de soya y micronutrientes no esta incluido en el tiempo de 300 segundos de mezclado (esto se puede ver reflejado en la memoria de programación). Finalmente una vez elaborado un batch EA6-F40, se acciona el motor eléctrico de arrastra llevando el alimento balanceado a las áreas de paletizado y despacho.

#### 3.3.4. Programación para el Alimento Balanceado EA7-F40:

El alimento balanceado EA7-F40, requiere la siguiente composición: maíz molino, torta soya ame y afrecho de trigo. Asimismo, la composición requiere de los micronutrientes: F.Bicalcico 18.50%, carbonato de calcio y aceite de crudo de soya.

Tabla N° 10: Tabla 10: Composición del alimento balanceado EA7-F40

<b>ALIMENTO BALANCEADO EA7-F40</b>		
<b>COMPOSICIÓN</b>	<b>CANTIDADES (Kg)</b>	<b>Número de Tolva</b>
Maíz Molido	2332.71	02
Torta Soya Ame	569.22	09
Afrecho de Trigo	30.00	08
<b>MICRONUTRIENTES</b>		
F.Bicalcico 18.50%	5.13	
Carbonato de calcio	14.40	
Aceite de crudo de soya	48.54	
<b>Total</b>	<b>3000 Kg</b>	



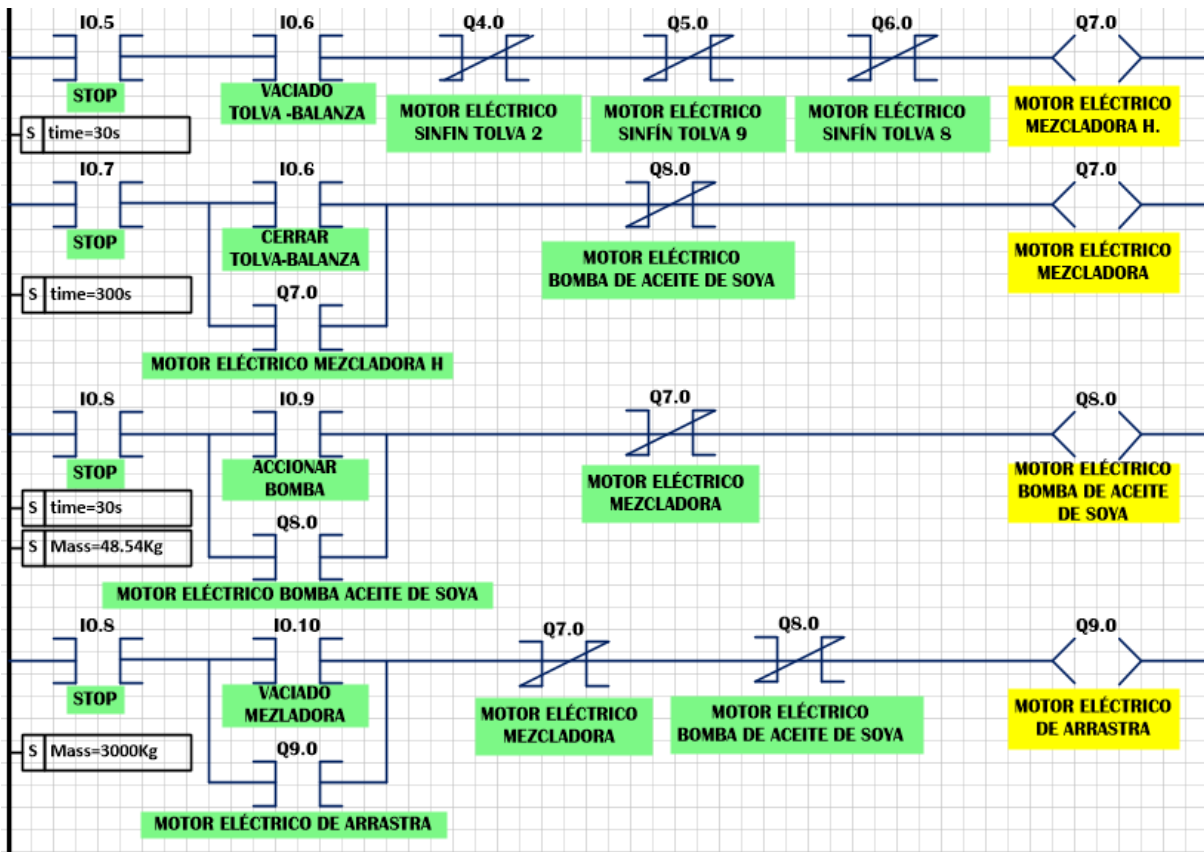


Figura N° 21: Memoria de programación automática del batch EA7-F40 Fuente: Elaborado por los autores, Software TIA (Totally integrated automation) Portal V13 Siemens, 2019.

En la figura 21, se describe el lenguaje de programación para la comunicación entre el PLC y el usuario para la elaboración del alimento balanceado EA7-F40, dónde las tolvas 2, 9 y 8 descargan (abriendo los pistones neumáticos) simultáneamente en un tiempo de 5 minutos (300 segundos) las masas de 2332.71 kg, 569.22 Kg y 30 Kg respectivamente mediante un sensor de peso y nivel, una vez detectado el vaciado de estas masas de las tolvas de insumos se accionan los motores 2, 9 y 8 respectivamente para reponer dichas masas utilizando también sensores de peso y nivel. Las masas evacuadas 2, 9 y 8 de las tolvas de insumos son transportadas por tornillos sin fin a una tolva balanza, el producto una vez ya ubicado en la tolva balanza, se espera el tiempo de 1 minuto (60 segundos) adicionales dónde los motores de los tornillos sin fin siguen operativos para evacuar el material restante permanecido en las canaletas. Luego mediante un sensor de peso y nivel se espera en un espacio de 30 segundos

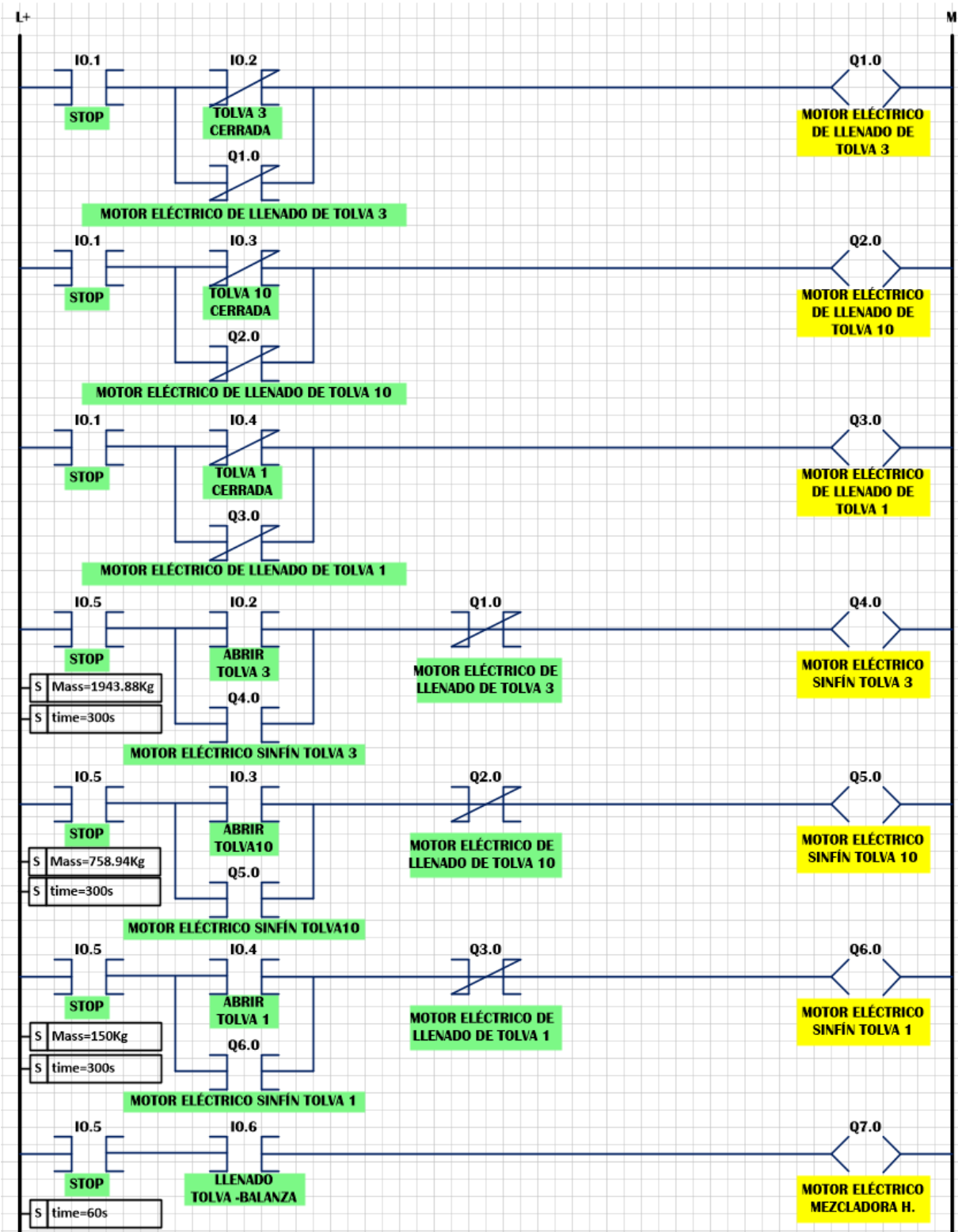
para abrir el pistón neumático de la tolva balanza, donde esta empleará un tiempo de vaciado de 30 segundos (una vez generado el vaciado de la tolva balanza se accionan nuevamente los pistones neumáticos 2, 9 y 8 de las tolvas de insumos para el llenado repetitivo de la tolva balanza). Luego se acciona el motor de la mezcladora horizontal con un tiempo de 5 minutos (300 segundos), existiendo un stop en durante el proceso de mezclado para accionar el motor de la bomba de aceite de soya durante un tiempo de 30 segundos para entregar 48.54 Kg en ese mismo tiempo en paralelo se ingresan también los micronutrientes (F.Bicalcico 18.50% 5.13 Kg y carbonato de calcio 14.40 Kg). Cabe indicar que el tiempo de 30 segundos para el ingreso del aceite de soya y micronutrientes no esta incluido en el tiempo de 300 segundos de mezclado (esto se puede ver reflejado en la memoria de programación). Finalmente una vez elaborado un batch EA7-F40, se acciona el motor eléctrico de arrastra llevando el alimento balanceado a las áreas de paletizado y despacho.

### 3.3.5. Programación para el alimento balanceado EA3-F41:

El alimento balanceado EA3-F41, requiere la siguiente composición: maíz molino, torta soya ame y soya integral. Asimismo, la composición requiere de los micronutrientes: F.Bicalcico 18.50%, carbonato de calcio, aceite de crudo de soya y cloruro de colina 75%.

Tabla N° 11: Composición del alimento balanceado EA3-F41

<b>ALIMENTO BALANCEADO EA3-F41</b>		
<b>COMPOSICIÓN</b>	<b>CANTIDADES (Kg)</b>	<b>Número de Tolva</b>
Maíz Molido	1943.880	03
Torta Soya Ame	758.940	10
Soya Integral	150.00	01
<b>MICRONUTRIENTES</b>		
F.Bicalcico 18.50%	23.43	
Carbonato de calcio	14.31	
Aceite de crudo de soya	60.87	
cloruro de colina 75%.	48.57	
Total	3000 Kg	





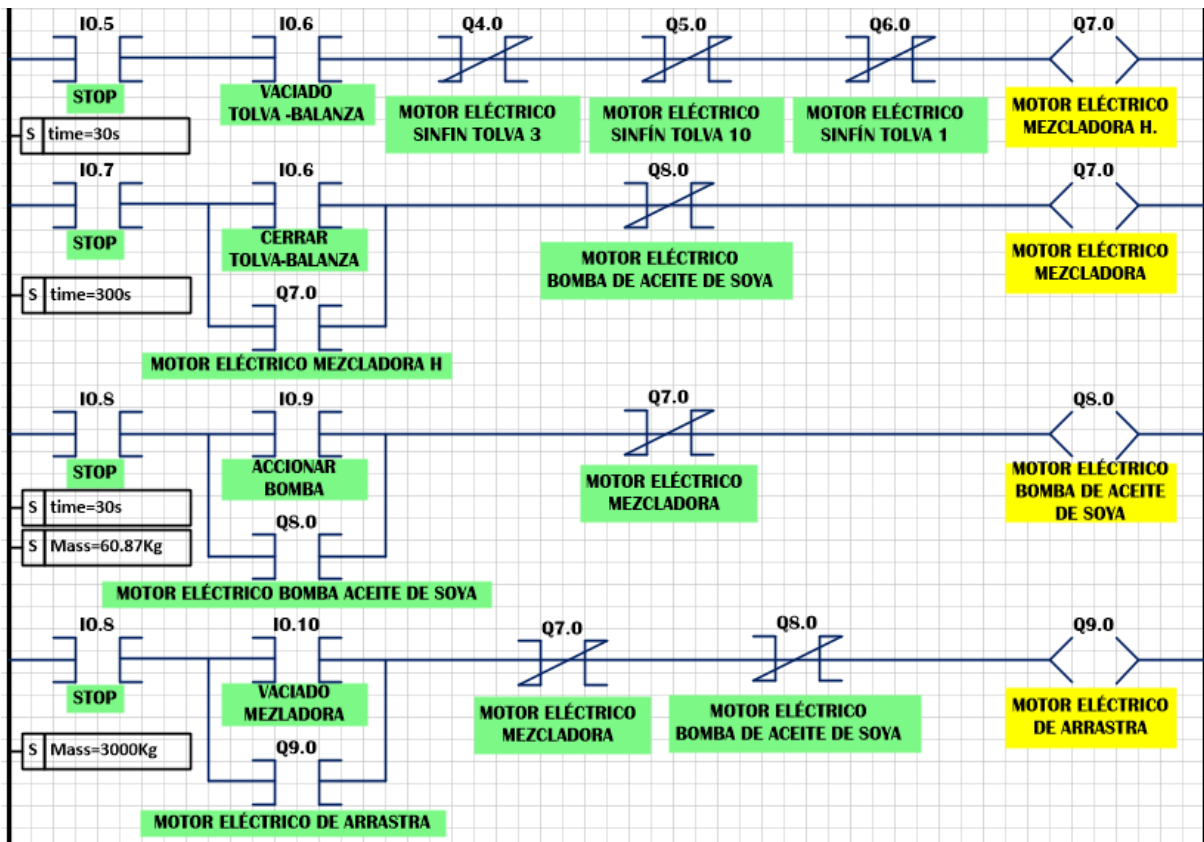


Figura N° 22::Memoria de programación automática del batch EA3-F41 Fuente: Elaborado por los autores, Software TIA (Totally integrated automation) Portal V13 Siemens, 2019.

En la figura 22, se describe el lenguaje de programación para la comunicación entre el PLC y el usuario para la elaboración del alimento balanceado EA3-F41, dónde las tolvas 3, 10 y 1 descargan (abriendo los pistones neumáticos) simultáneamente en un tiempo de 5 minutos (300 segundos) las masas de 1943.88 kg, 758.94 Kg y 150 Kg respectivamente mediante un sensor de peso y nivel, una vez detectado el vaciado de estas masas de las tolvas de insumos se accionan los motores 3, 10 y 1 respectivamente para reponer dichas masas utilizando también sensores de peso y nivel. Las masas evacuadas 3, 10 y 1 de las tolvas de insumos son transportadas por tornillos sin fin a una tolva balanza, el producto una vez ya ubicado en la tolva balanza, se espera el tiempo de 1 minuto (60 segundos) adicionales dónde los motores de los tornillos sin fin siguen operativos para evacuar el material restante permanecido en las canaletas. Luego mediante un sensor de peso y nivel se espera en un espacio de 30 segundos para abrir el pistón neumático de la tolva balanza, donde esta empleará un tiempo de vaciado

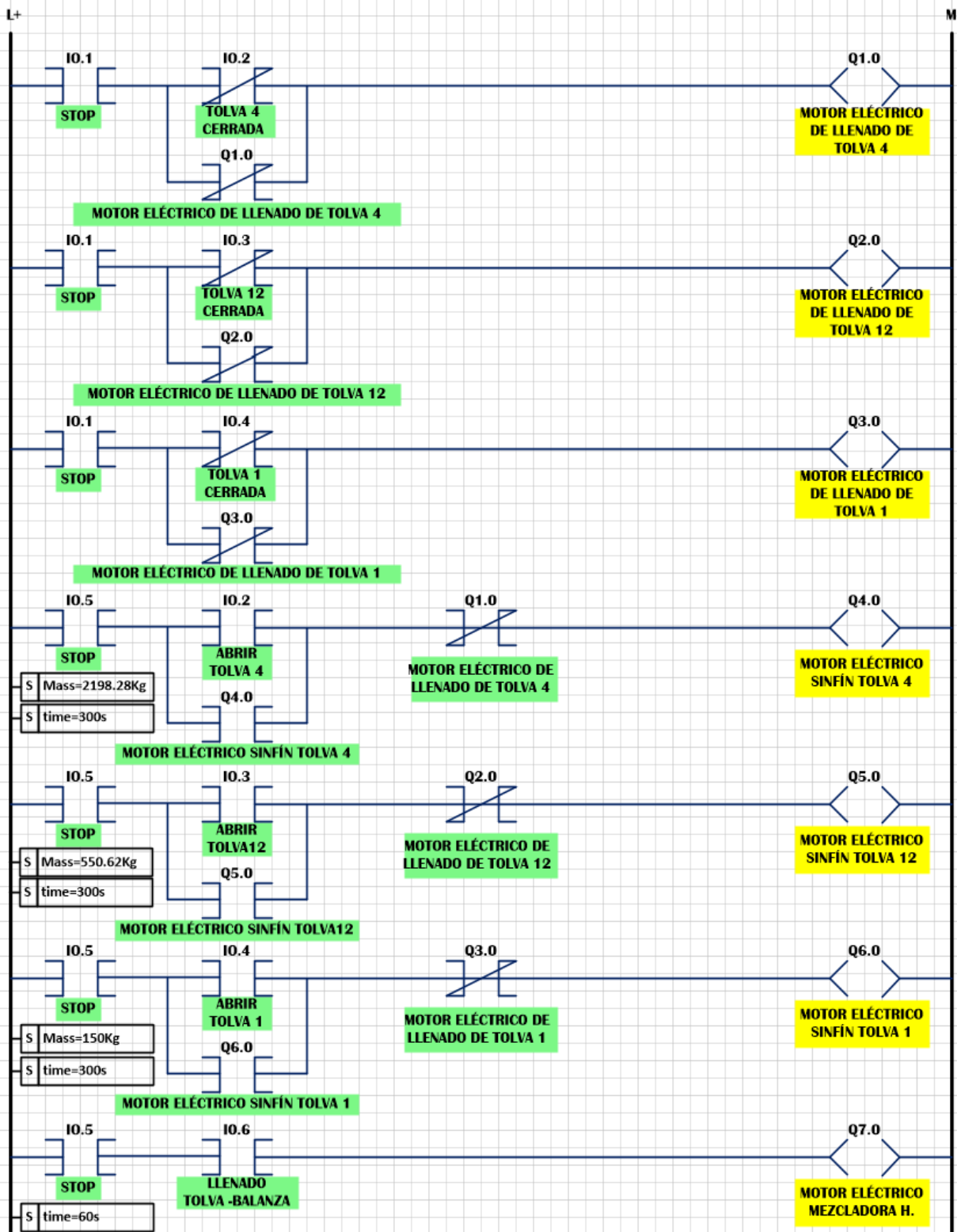
de 30 segundos (una vez generado el vaciado de la tolva balanza se accionan nuevamente los pistones neumáticos 2, 9 y 8 de las tolvas de insumos para el llenado repetitivo de la tolva balanza). Luego se acciona el motor de la mezcladora horizontal con un tiempo de 5 minutos (300 segundos), existiendo un stop en durante el proceso de mezclado para accionar el motor de la bomba de aceite de soya durante un tiempo de 30 segundos para entregar 60.87 Kg en ese mismo tiempo en paralelo se ingresan también los micronutrientes (F.Bicalcico 18.50% 23.43 Kg, carbonato de calcio 14.31 Kg y cloruro de colina 75% 48.57Kg). Cabe indicar que el tiempo de 30 segundos para el ingreso del aceite de soya y micronutrientes no esta incluido en el tiempo de 300 segundos de mezclado (esto se puede ver reflejado en la memoria de programación). Finalmente una vez elaborado un batch EA3-F41, se acciona el motor eléctrico de arrastra llevando el alimento balanceado a las áreas de paletizado y despacho.

### 3.3.6. Programación Para El Alimento Balanceado EA5-F41:

El alimento balanceado EA5-F41, requiere la siguiente composición: maíz molino, torta soya ame y soya integral. Asimismo, la composición requiere de los micronutrientes: F.Bicalcico 18.50%, carbonato de calcio, aceite de crudo de soya y cloruro de colina 75%.

Tabla N° 12:Composición del alimento balanceado EA5-F41

<b>ALIMENTO BALANCEADO EA5-F41</b>		
<b>COMPOSICIÓN</b>	<b>CANTIDADES (Kg)</b>	<b>Número de Tolva</b>
Maíz Molido	2198.28	04
Torta Soya Ame	550.62	12
Soya Integral	150.00	01
<b>MICRONUTRIENTES</b>		
F.Bicalcico 18.50%	15.03	
Carbonato de calcio	12.93	
Aceite de crudo de soya	23.91	
cloruro de colina 75%.	49.23	
Total	3000 Kg	



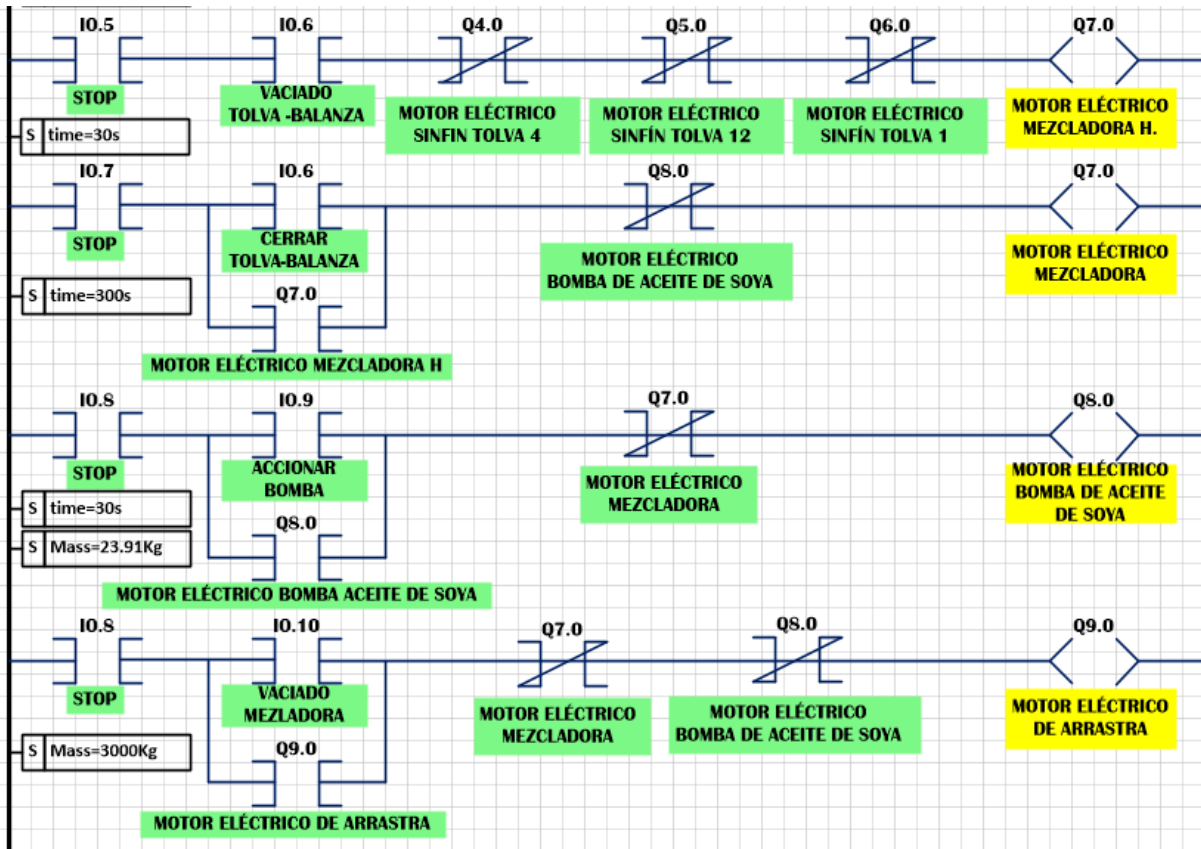


Figura N° 23: Memoria de programación automática del batch EA5-F41 Fuente: Elaborado por los autores, Software TIA (Totally integrated automation) Portal V13 Siemens, 2019.

En la figura 23, se describe el lenguaje de programación para la comunicación entre el PLC y el usuario para la elaboración del alimento balanceado EA3-F41, dónde las tolvas 4, 12 y 1 descargan (abriendo los pistones neumáticos) simultáneamente en un tiempo de 5 minutos (300 segundos) las masas de 2198.28 kg, 550.62 Kg y 150 Kg respectivamente mediante un sensor de peso y nivel, una vez detectado el vaciado de estas masas de las tolvas de insumos se accionan los motores 4, 12 y 1 respectivamente para reponer dichas masas utilizando también sensores de peso y nivel. Las masas evacuadas 4, 12 y 1 de las tolvas de insumos son transportadas por tornillos sin fin a una tolva balanza, el producto una vez ya ubicado en la tolva balanza, se espera el tiempo de 1 minuto (60 segundos) adicionales dónde los motores de los tornillos sin fin siguen operativos para evacuar el material restante permanecido en las canaletas. Luego mediante un sensor de peso y nivel se espera en un espacio de 30 segundos para abrir el pistón neumático de la tolva balanza, donde esta empleará un tiempo de vaciado de 30 segundos (una vez generado el vaciado de la tolva balanza se accionan nuevamente los

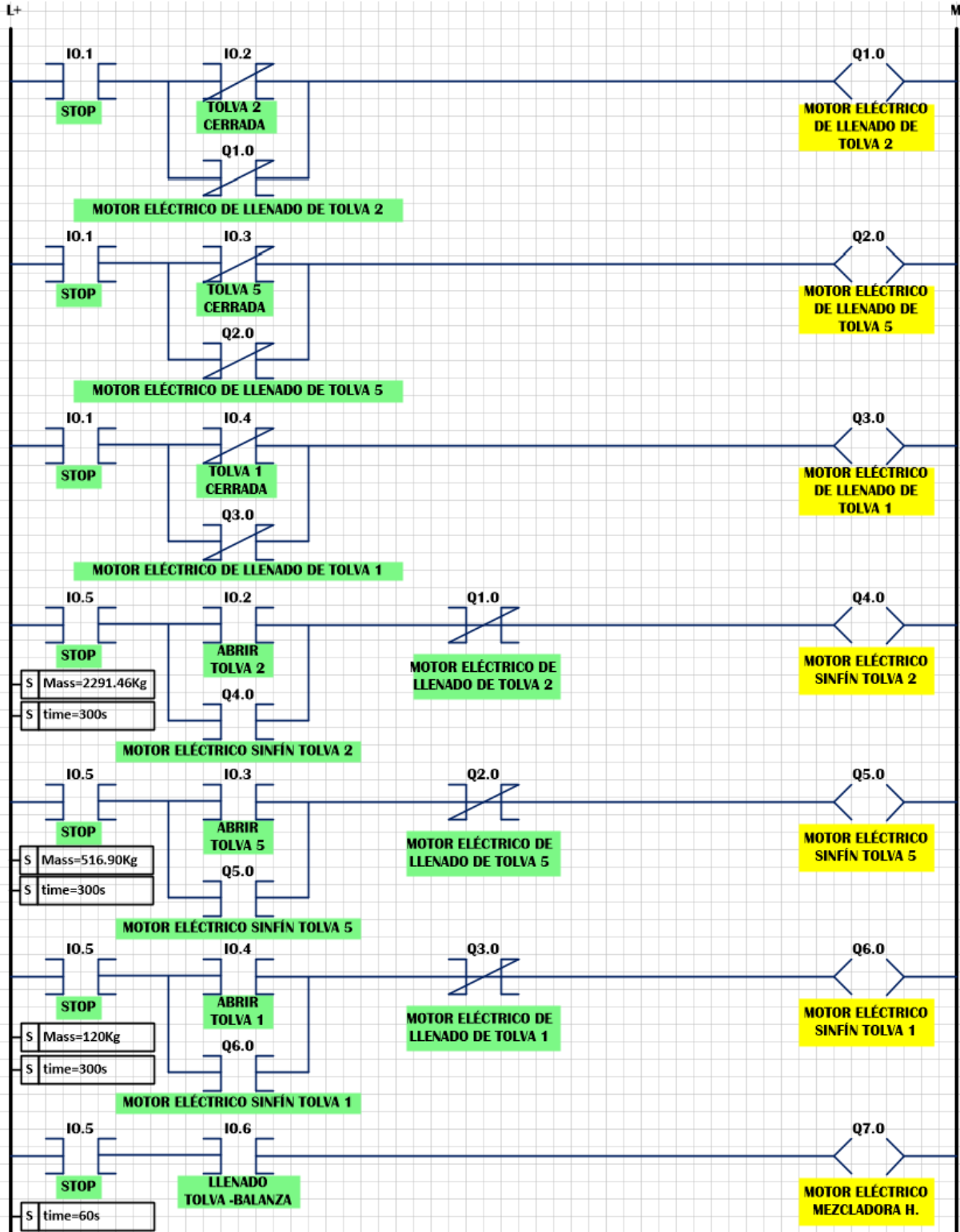
pistones neumáticos 4, 12 y 1 de las tolvas de insumos para el llenado repetitivo de la tolva balanza). Luego se acciona el motor de la mezcladora horizontal con un tiempo de 5 minutos (300 segundos), existiendo un stop en durante el proceso de mezclado para accionar el motor de la bomba de aceite de soya durante un tiempo de 30 segundos para entregar 23.91 Kg en ese mismo tiempo en paralelo se ingresan también los micronutrientes (F.Bicalcico 18.50% 15.03 Kg, carbonato de calcio 12.93 Kg y cloruro de colina 75% 49.23 Kg). Cabe indicar que el tiempo de 30 segundos para el ingreso del aceite de soya y micronutrientes no esta incluido en el tiempo de 300 segundos de mezclado (esto se puede ver reflejado en la memoria de programación). Finalmente una vez elaborado un batch EA5-F41, se acciona el motor eléctrico de arrastra llevando el alimento balanceado a las áreas de paletizado y despacho.

### 3.3.7. Programación para El Alimento Balanceado EA6-F41:

El alimento balanceado EA6-F41, requiere la siguiente composición: maíz molino, torta soya ame y soya integral. Asimismo, la composición requiere de los micronutrientes: F.Bicalcico 18.50%, carbonato de calcio, aceite de crudo de soya y cloruro de colina 75%.

Tabla N° 13: Composición del alimento balanceado EA6-F41

<b>ALIMENTO BALANCEADO EA6-F41</b>		
<b>COMPOSICIÓN</b>	<b>CANTIDADES (Kg)</b>	<b>Número de Tolva</b>
Maíz Molido	2291.46	02
Torta Soya Ame	516.90	05
Soya Integral	120.00	01
<b>MICRONUTRIENTES</b>		
F.Bicalcico 18.50%	5.07	
Carbonato de calcio	13.23	
Aceite de crudo de soya	15.00	
cloruro de colina 75%.	38.34	
Total	3000 Kg	



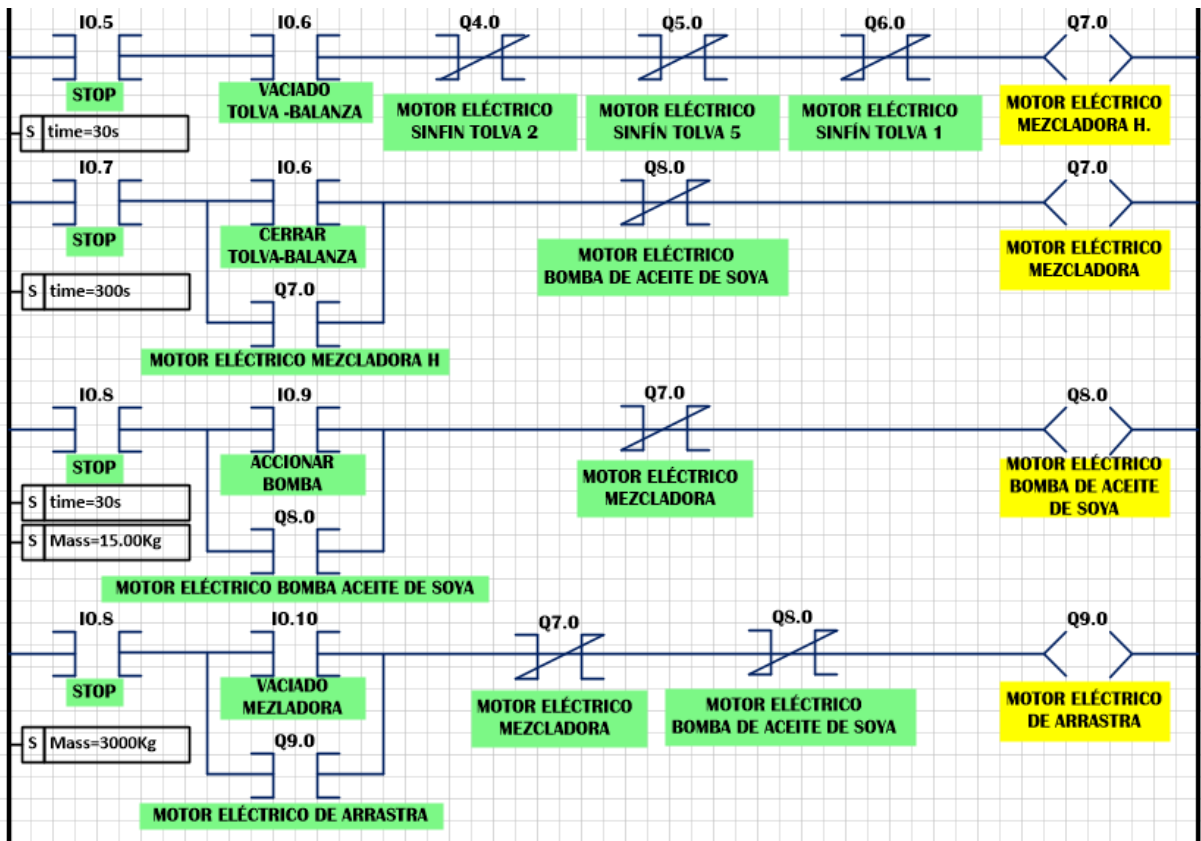


Figura N° 24: Memoria de programación automática del batch EA6-F41 Fuente: Elaborado por los autores, Software TIA (Totally integrated automation) Portal V13 Siemens, 2019.

En la figura 24, se describe el lenguaje de programación para la comunicación entre el PLC y el usuario para la elaboración del alimento balanceado EA6-F41, dónde las tolvas 2, 5 y 1 descargan (abriendo los pistones neumáticos) simultáneamente en un tiempo de 5 minutos (300 segundos) las masas de 2291.46 kg, 516.90 Kg y 120 Kg respectivamente mediante un sensor de peso y nivel, una vez detectado el vaciado de estas masas de las tolvas de insumos se accionan los motores 2, 5 y 1 respectivamente para reponer dichas masas utilizando también sensores de peso y nivel. Las masas evacuadas 2, 5 y 1 de las tolvas de insumos son transportadas por tornillos sin fin a una tolva balanza, el producto una vez ya ubicado en la tolva balanza, se espera el tiempo de 1 minuto (60 segundos) adicionales dónde los motores de los tornillos sin fin siguen operativos para evacuar el material restante permanecido en las canaletas. Luego mediante un sensor de peso y nivel se espera en un espacio de 30 segundos para abrir el pistón neumático de la tolva balanza, donde esta empleará un tiempo de vaciado de 30 segundos (una vez generado el vaciado de la tolva balanza se accionan nuevamente los

pistones neumáticos 2, 5 y 1 de las tolvas de insumos para el llenado repetitivo de la tolva balanza). Luego se acciona el motor de la mezcladora horizontal con un tiempo de 5 minutos (300 segundos), existiendo un stop en durante el proceso de mezclado para accionar el motor de la bomba de aceite de soya durante un tiempo de 30 segundos para entregar 15.00 Kg en ese mismo tiempo en paralelo se ingresan también los micronutrientes (F.Bicalcico 18.50% 5.07 Kg, carbonato de calcio 13.23 Kg y cloruro de colina 75% 38.34 Kg). Cabe indicar que el tiempo de 30 segundos para el ingreso del aceite de soya y micronutrientes no esta incluido en el tiempo de 300 segundos de mezclado (esto se puede ver reflejado en la memoria de programación). Finalmente una vez elaborado un batch EA6-F41, se acciona el motor eléctrico de arrastra llevando el alimento balanceado a las áreas de paletizado y despacho.

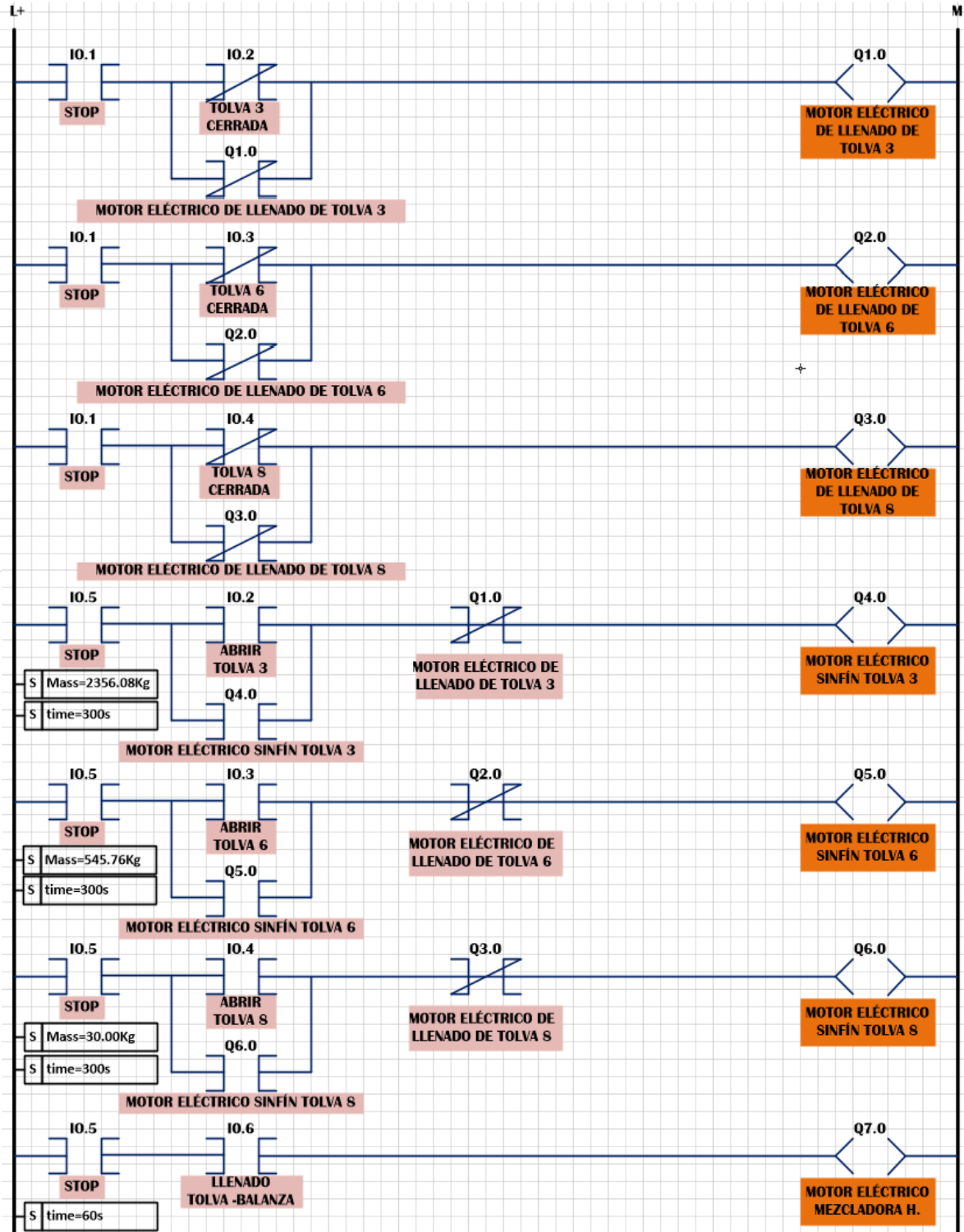
### 3.3.8. Programación para el Alimento Balanceado EA7-F41:

El alimento balanceado EA7-F41, requiere la siguiente composición: maíz molino, torta soya ame y afrecho de trigo. También, la composición requiere de los micronutrientes: F.Bicalcico 18.50%, carbonato de calcio y aceite de crudo de soya.

Tabla N° 14: Composición del alimento balanceado EA7-F41

<b>ALIMENTO BALANCEADO EA7-F41</b>		
<b>COMPOSICIÓN</b>	<b>CANTIDADES (Kg)</b>	<b>Número de Tolva</b>
Maíz Molido	2356.08	03
Torta Soya Ame	545.76	06
Afreco Trigo	30.00	08
<b>MICRONUTRIENTES</b>		
F.Bicalcico 18.50%	5.37	
Carbonato de calcio	14.58	
Aceite de crudo de soya	48.21	
<b>Total</b>	<b>3000 Kg</b>	





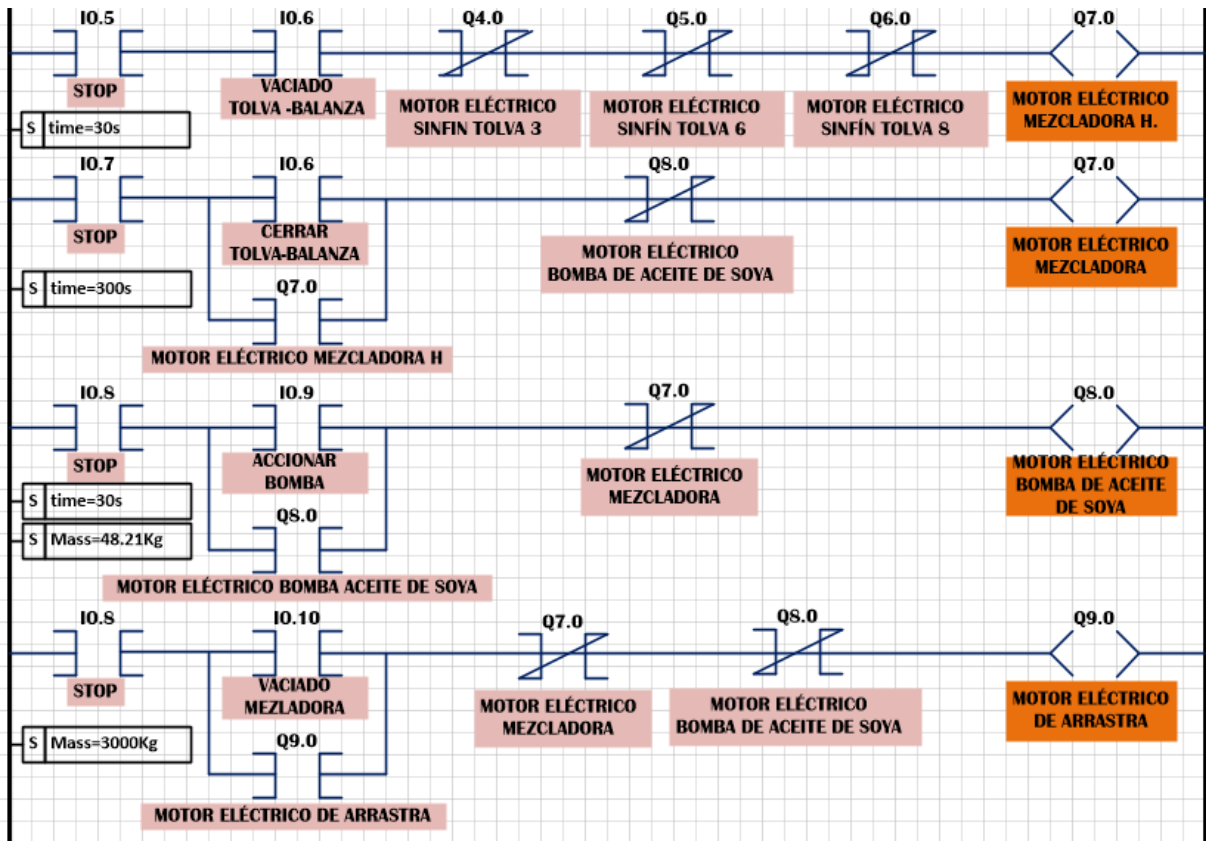


Figura N° 25: Memoria de programación automática del batch EA7-F41 Fuente: Elaborado por los autores, Software TIA (Totally integrated automation) Portal V13 Siemens, 2019.

En la figura 25, se describe el lenguaje de programación para la comunicación entre el PLC y el usuario para la elaboración del alimento balanceado EA7-F41, dónde las tolvas 3, 6 y 8 descargan (abriendo los pistones neumáticos) simultáneamente en un tiempo de 5 minutos (300 segundos) las masas de 2356.08 kg, 545.76 Kg y 30 Kg respectivamente mediante un sensor de peso y nivel, una vez detectado el vaciado de estas masas de las tolvas de insumos se accionan los motores 3, 6 y 8 respectivamente para reponer dichas masas utilizando también sensores de peso y nivel. Las masas evacuadas 3, 6 y 8 de las tolvas de insumos son transportadas por tornillos sin fin a una tolva balanza, el producto una vez ya ubicado en la tolva balanza, se espera el tiempo de 1 minuto (60 segundos) adicionales dónde los motores de los tornillos sin fin siguen operativos para evacuar el material restante permanecido en las canaletas. Luego mediante un sensor de peso y nivel se espera en un espacio de 30 segundos para abrir el pistón neumático de la tolva balanza, donde esta empleará un tiempo de vaciado de 30 segundos (una vez generado el vaciado de la tolva balanza se accionan nuevamente los

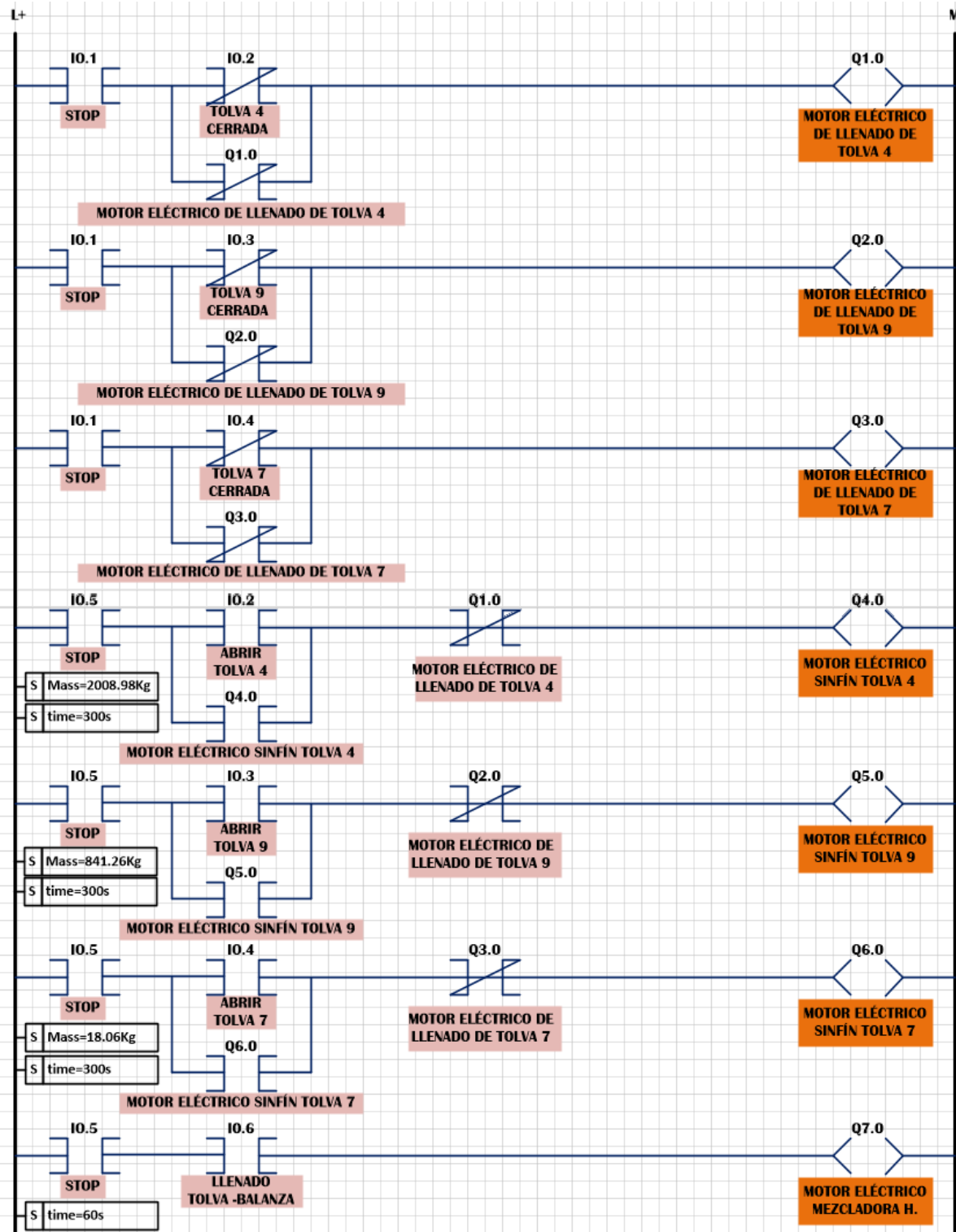
pistones neumáticos 3, 6 y 8 de las tolvas de insumos para el llenado repetitivo de la tolva balanza). Luego se acciona el motor de la mezcladora horizontal con un tiempo de 5 minutos (300 segundos), existiendo un stop durante el proceso de mezclado para accionar el motor de la bomba de aceite de soya durante un tiempo de 30 segundos para entregar 48.21 Kg en ese mismo tiempo en paralelo se ingresan también los micronutrientes (F.Bicalcico 18.50% 5.37 Kg y carbonato de calcio 14.58 Kg). Cabe indicar que el tiempo de 30 segundos para el ingreso del aceite de soya y micronutrientes no esta incluido en el tiempo de 300 segundos de mezclado (esto se puede ver reflejado en la memoria de programación). Finalmente una vez elaborado un batch EA7-F41, se acciona el motor eléctrico de arrastra llevando el alimento balanceado a las áreas de paletizado y despacho.

### 3.3.9. Programación para el Alimento Balanceado Ra1-F22:

El alimento balanceado RA1-F22, requiere la siguiente composición: maíz molino, torta soya ame y torta palmiste. También, la composición requiere de los micronutrientes: F.Bicalcico 18.50%, carbonato de calcio polvo, cloruro de colina 75% y formycine.

Tabla N° 15: Composición del alimento balanceado RA1-F22

<b>ALIMENTO BALANCEADO RA1-F22</b>		
<b>COMPOSICIÓN</b>	<b>CANTIDADES (Kg)</b>	<b>Número de Tolva</b>
Maíz Molido	2008.98	04
Torta Soya Ame	841.26	09
Torta Palmiste	18.06	07
<b>MICRONUTRIENTES</b>		
F.Bicalcico 18.50%	60.12	
Carbonato de calcio polvo	13.98	
Cloruro de colina 75%	1.50	
Formycine	56.10	
Total	3000 Kg	



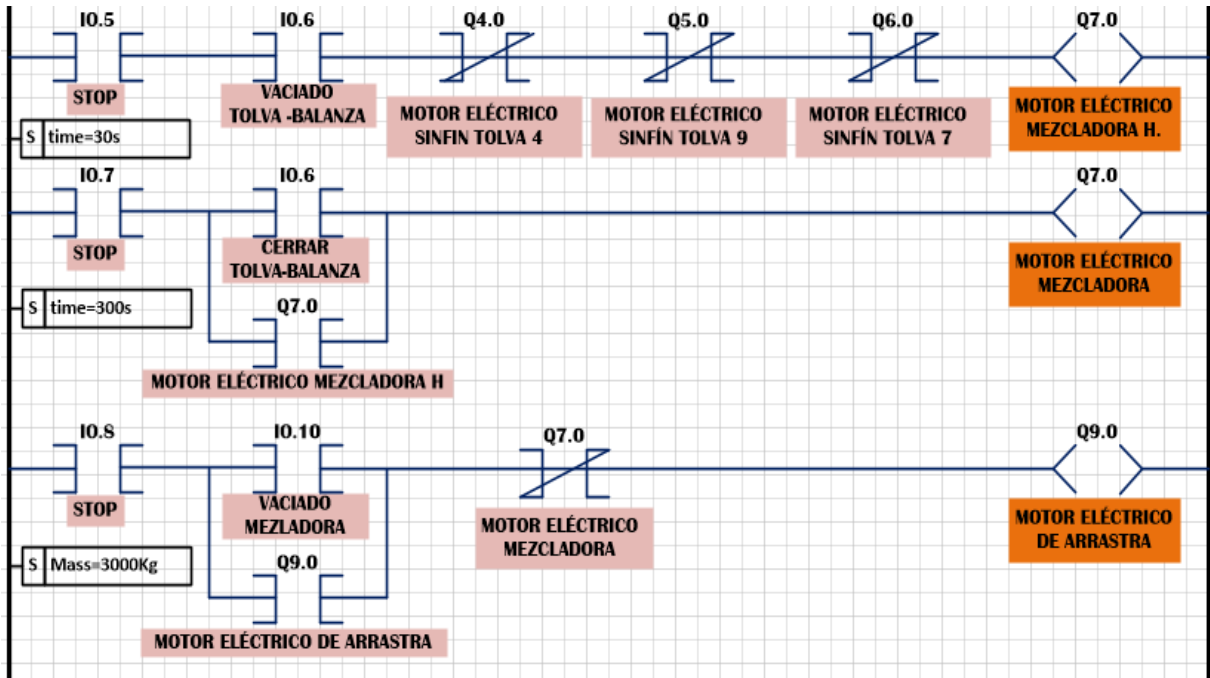


Figura N° 26: Memoria de programación automática del batch RA1-F22 Fuente: Elaborado por los autores, Software TIA (Totally integrated automation) Portal V13 Siemens, 2019.

En la figura 26, se describe el lenguaje de programación para la comunicación entre el PLC y el usuario para la elaboración del alimento balanceado RA1-F22, dónde las tolvas 4, 9 y 7 descargan (abriendo los pistones neumáticos) simultáneamente en un tiempo de 5 minutos (300 segundos) las masas de 2008.98 kg, 841.26 Kg y 18.06 Kg respectivamente mediante un sensor de peso y nivel, una vez detectado el vaciado de estas masas de las tolvas de insumos se accionan los motores 4, 9 y 7 respectivamente para reponer dichas masas utilizando también sensores de peso y nivel. Las masas evacuadas 4, 9 y 7 de las tolvas de insumos son transportadas por tornillos sin fin a una tolva balanza, el producto una vez ya ubicado en la tolva balanza, se espera el tiempo de 1 minuto (60 segundos) adicionales dónde los motores de los tornillos sin fin siguen operativos para evacuar el material restante permanecido en las canaletas. Luego mediante un sensor de peso y nivel se espera en un espacio de 30 segundos para abrir el pistón neumático de la tolva balanza, donde esta empleará un tiempo de vaciado de 30 segundos (una vez generado el vaciado de la tolva balanza se accionan nuevamente los pistones neumáticos 4, 9 y 7 de las tolvas de insumos para el llenado repetitivo de la tolva balanza). Luego se acciona el motor de la mezcladora horizontal con un tiempo de 5 minutos (300 segundos), existiendo un stop durante el proceso de mezclado de 30 segundos para el

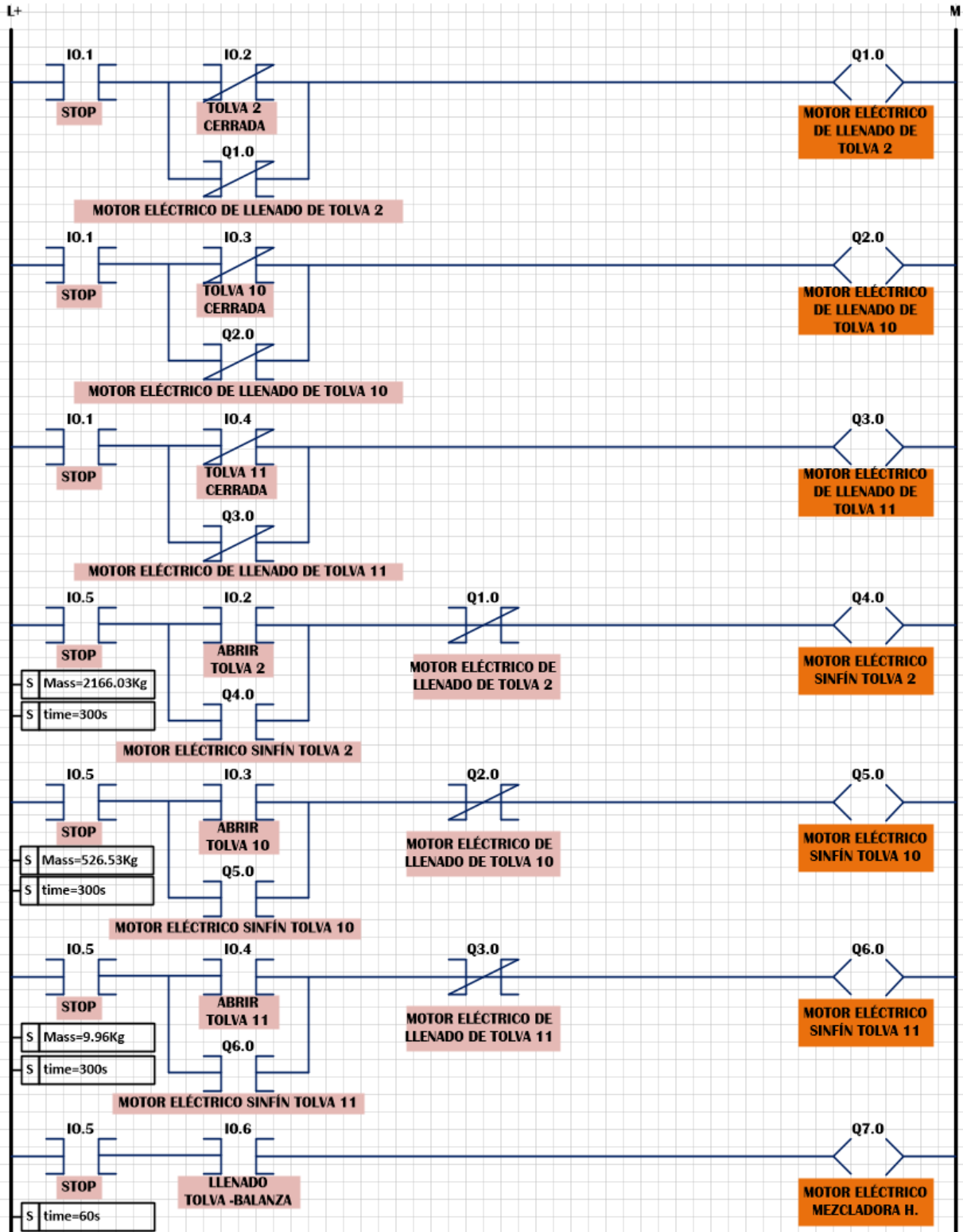
ingreso de los micronutrientes (F.Bicalcico 18.50% 60.12 Kg, carbonato de calcio 13.98 Kg, Cloruro de colina 75% 1.50 Kg y formycine 56.10 Kg). Cabe indicar que el tiempo de 30 segundos para el ingreso de los micronutrientes no esta incluido en el tiempo de 300 segundos de mezclado (esto se puede ver reflejado en la memoria de programación). Finalmente una vez elaborado un batch RA1-F22, se acciona el motor eléctrico de arrastra llevando el alimento balanceado a las áreas de paletizado y despacho.

### 3.3.10. Programación para el Alimento Balanceado RA8-F22:

El alimento balanceado RA8-F22, requiere la siguiente composición: maíz molino, torta soya ame y afrecho trigo. También, la composición requiere de los micronutrientes: F.Bicalcico 18.50%, carbonato de calcio grueso, cloruro de colina 75% y formycine.

Tabla N° 16: Composición del alimento balanceado RA8-F22

<b>ALIMENTO BALANCEADO RA8-F22</b>		
<b>COMPOSICIÓN</b>	<b>CANTIDADES (Kg)</b>	<b>Número de Tolva</b>
Maíz Molido	2166.03	02
Torta Soya Ame	526.53	10
Afrecho Trigo	9.96	11
<b>MICRONUTRIENTES</b>		
F.Bicalcico 18.50%	28.32	
Carbonato de calcio grueso	213.90	
Cloruro de colina 75%	3.00	
Formycine	52.26	
Total	3000 Kg	



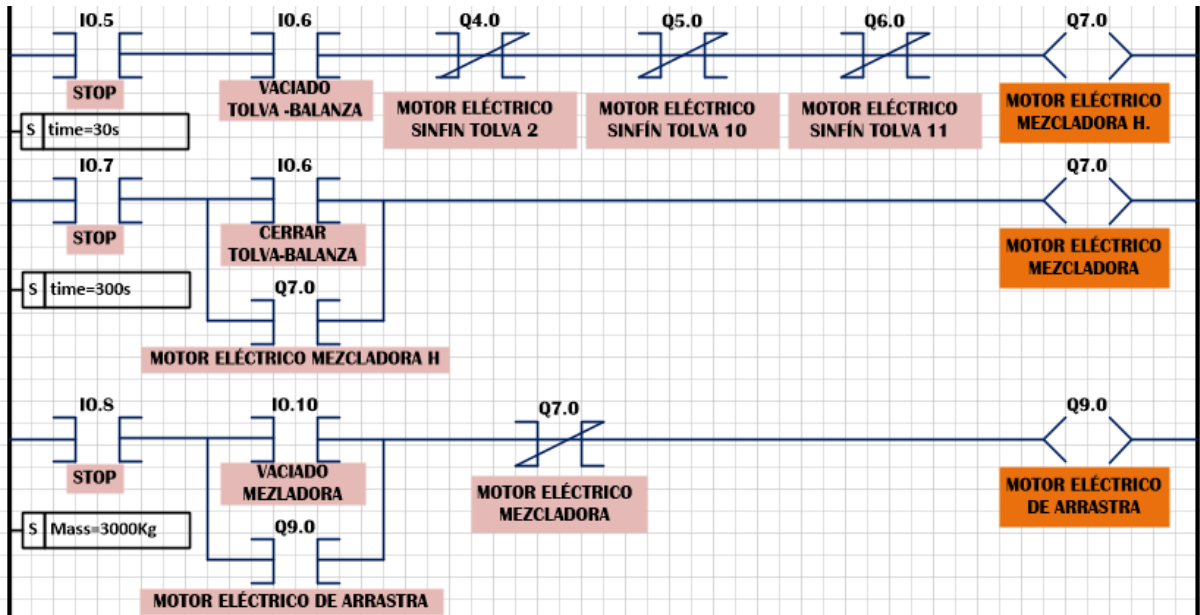


Figura N° 27: Memoria de programación automática del batch RA8-F22 Fuente: Elaborado por los autores, Software TIA (Totally integrated automation) Portal V13 Siemens, 2019.

En la figura 27, se describe el lenguaje de programación para la comunicación entre el PLC y el usuario para la elaboración del alimento balanceado RA8-F22, dónde las tolvas 2, 10 y 11 descargan (abriendo los pistones neumáticos) simultáneamente en un tiempo de 5 minutos (300 segundos) las masas de 2166.03 kg, 526.53 Kg y 9.96 Kg respectivamente mediante un sensor de peso y nivel, una vez detectado el vaciado de estas masas de las tolvas de insumos se accionan los motores 2, 10 y 11 respectivamente para reponer dichas masas utilizando también sensores de peso y nivel. Las masas evacuadas 2, 10 y 11 de las tolvas de insumos son transportadas por tornillos sin fin a una tolva balanza, el producto una vez ya ubicado en la tolva balanza, se espera el tiempo de 1 minuto (60 segundos) adicionales dónde los motores de los tornillos sin fin siguen operativos para evacuar el material restante permanecido en las canaletas. Luego mediante un sensor de peso y nivel se espera en un espacio de 30 segundos para abrir el pistón neumático de la tolva balanza, donde esta empleará un tiempo de vaciado de 30 segundos (una vez generado el vaciado de la tolva balanza se accionan nuevamente los pistones neumáticos 2, 10 y 11 de las tolvas de insumos para el llenado repetitivo de la tolva balanza). Luego se acciona el motor de la mezcladora horizontal con un tiempo de 5 minutos (300 segundos), existiendo un stop durante el proceso de mezclado de 30 segundos para el ingreso de los micronutrientes (F.Bicalcico 18.50% 28.32 Kg, carbonato de calcio grueso



213.90 Kg, Cloruro de colina 75% 3 Kg y formycine 52.26 Kg). Cabe indicar que el tiempo de 30 segundos para el ingreso de los micronutrientes no esta incluido en el tiempo de 300 segundos de mezclado (esto se puede ver reflejado en la memoria de programación). Finalmente una vez elaborado un batch RA8-F22, se acciona el motor eléctrico de arrastra llevando el alimento balanceado a las áreas de paletizado y despacho.

### 3.4. Análisis económico y financiero:

#### 3.4.1. Inversión en Activos Fijos:

Para el análisis de los costos de fijos de inversión inicial, se consideraron valores promedios según el mercado local y nacional.

Tabla N° 17: Activos fijos del proyecto.

<b>ACTIVO FIJO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO (U\$)</b>	<b>COSTO TOTAL (U\$)</b>
Sensor NG3100 versión cable UWT Level control, L=6-75m/P=1-40bra/T=-40-200°C, I=4-20mA	13	233.25	3032.25
Sensor LTI laser SENSOVANT, L=máx. 50m/T=20-60°C/V=24VDC	13	154.00	2002.00
PLC SIMATIC S7-400, modelo 416-2, canales analógicos=8192	1	23546.66	23546.66
CPU –Pantalla HMI - 3.60Ghz-4.20Ghz 7ma, 8Gb, 1000Gb (1Tb)	1	2500.00	2500.00
Software programación Ladder	1	3000.00	3000.00
Cableado de entradas y salidas 380VAC/24VDC	1	1000.00	1000.00
Mano de obra (presupuestada 20%)	1	8770.2275	8770.23
<b>Total</b>			<b>43851.14</b>

#### 3.4.2. Beneficio útil:

El beneficio útil del proyecto se basa en la reducción de los costos operativos de producción de aves, siendo este el 3.5% del costo total producido, dicho valor

porcentual es un indicador del retraso de producción de aves por la mala calidad del alimento balanceado. La empresa tiene planificado un costo operativo de 1100 soles/hora.

Utilizando la ecuación (4) del beneficio útil:

$$B = Co * PCTP$$

$$B = 1100.00 \frac{\text{soles}}{\text{hora}} * 0.035 = 38.50 \frac{\text{soles}}{\text{hora}}$$

En el periodo de un año el beneficio, es:

$$B = 38.50 \frac{\text{soles}}{\text{hora}} * \frac{8760.00 \text{ hora}}{1 \text{ año}} = 337260.00 \frac{\text{soles}}{\text{año}} = 96360.00 \frac{\text{U}\$\$}{\text{año}}$$

#### 3.4.3. Retorno Operacional de la Inversión:

El periodo de retorno de la inversión es el tiempo mínimo dónde se recuperan los costos fijos realizados en el proyecto. Empleando la ecuación (3), tenemos:

$$P. R. I = \frac{I}{B} = \frac{43851.14 \text{ U}\$\$}{96360.00 \frac{\text{U}\$\$}{\text{año}}}$$

$$P. R. I = 0.45 \text{ años} = 5.5 \text{ meses}$$

#### 3.4.4. Valor actual neto y tasa interna de rentabilidad:

Para el análisis financiero del VAN y TIR, se trabajará con una tasa del 14% y un periodo de 10 años los cuales son valores promedios establecidos por la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP.

Para calcular las herramientas financieras VAN y TIR, se empleó una hoja de cálculo de Excel para el mejor manejo de los resultados empleando las ecuaciones (5) y (6), obteniendo un VAN de 458774.00 y un TIR de 220%, tal como se muestra en la tabla 18.

Tabla N° 18: Evaluación financiera VAN y TIR

PLANTA MOLINO EL MILAGRO		
Cálculo de TIR y VAN		
Años	Flujo de Fondos	Movimientos en el Periodo –Año
Inversión	<b>-\$43,851.14</b>	Costo Inicial del Proyecto
1	\$96,360.00	Beneficios Netos anuales
2	\$96,360.00	Beneficios Netos anuales
3	\$96,360.00	Beneficios Netos anuales
4	\$96,360.00	Beneficios Netos anuales
5	\$96,360.00	Beneficios Netos anuales
6	\$96,360.00	Beneficios Netos anuales
7	\$96,360.00	Beneficios Netos anuales
8	\$96,360.00	Beneficios Netos anuales
9	\$96,360.00	Beneficios Netos anuales
10	\$96,360.00	Beneficios Netos anuales
Total Ingresos	\$963,600	
Tasa de Interés:	14.00%	
TIR	<b>220%</b>	Tasa interna de Retorno
VAN	<b>\$ 458,774</b>	Valor Actual Neto

#### IV. DISCUSIÓN

##### a) **Diagnóstico actual a las áreas de medición, dosificación y mezclado, evaluando sus principales fallas y confiabilidad de los procesos.**

Se realizó un diagnóstico inicial en las áreas de medición, dosificación y mezclado porque se necesitó corroborar que las fallas producidas en estas áreas se deben a un comportamiento por la falta de un control automatizado en los procesos. Para poder definir las fallas se utilizó el diagrama de causa-efecto (esquema de Ishikawa) porque permite categorizar el grado de las averías llegando a la causa raíz del problema, encontrando 4 fallas críticas generales: inexactitud del tiempo de mezclado, error en la cantidad de insumos para la elaboración de un batch, inestabilidad del proceso en el tiempo e ineficiencia en el registro de los insumos empleados, fallas provocadas por el control manual de los procesos, por lo cual la presente investigación se fundamentó en diseñar un control automatizado para eliminar dichas averías que perjudican las operaciones y la calidad de los distintos productos de alimento balanceado producidos por la empresa. Se consideraron los tiempos de exceso de mezclado y diferencia de pesos entre cada batch para obtener la confiabilidad independiente por cada área (mezclado y dosificación), para luego obtener la confiabilidad global, donde este valor es relevante ya porque indica el grado de operación de los procesos de la planta Molino El Milagro, donde valores por debajo de una confiabilidad global de 50% son críticos, y la planta tiene una confiabilidad del 36.42% lo que refleja la importancia de un cambio de control manual por control automatizado.

##### b) **Definición de los equipos e instrumentación para el control y monitoreo automático en el área de medición, dosificación y mezclado.**

Para el control automático se requirió de sensores de nivel, sensores de peso, pistones neumáticos de lineales y PLC porque los equipos como: motores eléctricos (de accionamiento de transportadores sin fin, transportadores de cadenas, mezcladora horizontal y bomba hidráulica de aceite de soya) ya existen en la planta Molino El Milagro y están en correctas condiciones para el funcionamiento con la nueva tecnología a implementar.

Asimismo se seleccionó como sensores de nivel a los de tipo cable UWT, porque son muy eficientes en el control con una exactitud del 99.88%, frente a los sensores de nivel laser con una exactitud del 99.10% debido a que sufren turbaciones por ráfagas de aire o venteo en entornos como tolvas o silos. También existen los sensores de paletas que su acción de efectúa por el contacto solido-solido, pero se descartó el uso de este tipo de sensores debido a que tienen un tiempo de retardo de 10 a 15 segundos, lo cual perjudica la medición correcta de los insumos.

Para el control de peso de las tolvas de insumos y tolva balanza, se seleccionó un sensor laser Sensovant, porque a través de la geometría de los silos y la geometría del producto determina el correcto peso con una exactitud del 99.99%, en el mercado local existen otro tipo de sensores como los sensores de base o de célula de cargas, pero este tipo de instrumentos requieren un exceso de tiempo para determinar el peso correcto, no siendo factible ya que el proceso en las áreas de medición, dosificación y mezclado tiene que ser preciso.

Los pistones neumáticos lineales, son la mejor opción para trabajar el control de vaciado de tolvas ya que soportan grandes cargas de 1TM a 20 TM y las tolvas involucradas en las áreas de medición, dosificación y mezclado tiene una carga activa en el rango de 7 a 14 TM. También existen las electroválvulas neumáticas pero trabajan eficiente con cargas por debajo de 5TM, no cumpliendo de esta manera con las condiciones de carga de las tolvas.

El PLC seleccionado fue de denominación SIMATIC S7-400, porque exclusivamente se utiliza para el control de silos en procesos batch, y trabajan con producciones hasta un rango máximo de 500 TM/día siendo viable, debido a que la empresa tiene una producción máxima de 400 TM/día, otra ventaja también de su selección es que tiene una capacidad de hasta 15 entradas lógicas, de las cuales la implementación requerirá de 13 entradas lógicas. En el mercado existen los PLC S7-300 que trabajan con cargas máximas de 300 TM/día y tienen 9 entradas lógicas no cumpliendo con los requerimientos del proceso en el área de medición, dosificación y mezclado. Asimismo existen los PLCs R-12MRAC, Allen-Bradley y Yumo SR-12MRAC, pero tiene errores en procesos batch y son mayormente utilizados en procesos continuos.

**c) Programación del proceso automatizado del área de medición, dosificación y mezclado en la elaboración de los alimentos balanceados.**

La representación del seguimiento de los resultados se visualiza en una PC la cual registra en tiempo real la dinámica del proceso (Pantalla HMI). Para el almacenamiento de la información los PLCs cuentan hasta con 3 tipos de memoria: Ram (Memoria de acceso aleatorio), EPROM (memoria programable de solo lectura) y Eeprom (Eléctricamente programable y borrable memoria de sólo lectura), para la comunicación entre el PLC y el usuario, en la industria se utilizan 5 tipos de lenguaje de programación: El lenguaje de funciones secuenciales (SFC), lenguaje de diagramas secuenciales (FBD), lenguaje de diagramas de relés o ladder (LD), lenguaje de texto estructurado (ST) y lenguaje de tipo ensamblador (IL). En la presente investigación se programaron 10 memorias (las cuales serán almacenadas en la memoria EPROM) porque la planta molino El Milagro procesa 10 tipos de alimento balanceados: aves machos (EA3-F40, EA5-F40, EA6-F40, EA7-F40), aves hembras (EA3-F41, EA5-F41, EA6-F41, EA7-F41) y aves reproductoras (RA1-F22, RA8-F22). Para la programación se utilizó diagramas de relés o ladder, porque es un lenguaje gráfico muy conocido en el entorno de los autómatas programables porque se fundamenta en esquemas eléctricos de controles clásicos, de manera que todo ingeniero o técnico en la línea eléctrica puede acoplarse fácilmente a este tipo de lenguaje.

**d) Análisis económico y financiero del diseño automatizado.**

Fue necesario el análisis económico porque permite medir la viabilidad del proyecto mediante el periodo de retorno de la inversión y el beneficio útil, estos indicadores económicos reflejan la factibilidad del cambio de control manual mediante pulsadores por control automatizado con PLC. Por otro lado el análisis financiero se realizó para evaluar la viabilidad del proyecto desde el criterio de una entidad bancaria, donde se analizan dos herramientas financieras: VAN y TIR, el valor actual neto refleja el flujo de caja incurrido por el préstamo y la tasa interna de rentabilidad refleja el porcentaje de aceptación del proyecto, para lo cual fue necesario definir una tasa de interés del 14% y un periodo de 10 años, valores recomendados por la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP – SBS.

## V. CONCLUSIONES

Se determinó la situación actual del área de medición, dosificación y mezclado de insumos en la preparación de alimentos balanceados, resultando que las fallas más críticas de esta área son: inexactitud del tiempo de mezclado, inexactitud en la cantidad de insumos para la elaboración de un batch, inestabilidad del proceso en el tiempo e ineficiencia en el registro de los insumos empleados, fallas que conllevan a tener un exceso en el tiempo de mezclado de  $\pm 50$  segundos y una diferencia pesos entre batch de  $\pm 200$  gramos, concluyendo que la planta molino El Milagro tenga una confiabilidad del 36.42%.

Se concluye que para el control y monitoreo de las 12 tolvas (4 tolvas de 14 TM y 8 tolvas de 7TM), tolva balanza de 3 TM y motores eléctricos (de accionamiento de transportadores sin fin, transportadores de cadenas, mezcladora horizontal y bomba hidráulica de aceite de soya), se necesita de un sensores de nivel NG3100 cable UWT, sensor de peso LTI laser Sensovant, pistones neumáticos de lineales y PLC SIMATIC S7-400 modelo 416-2 con 8192 canales analógicos, con una tensión de ingreso y salida de 240 VCA y 12 VDC, con un amperaje de 3A y frecuencia 60Hz.

Se realizó la programación del área de medición, dosificación y mezclado, para cada tipo de alimento balanceado, diseñando 10 diagramas automatizados en el lenguaje Ladder para los alimentos balanceados: aves machos (EA3-F40, EA5-F40, EA6-F40, EA7-F40), aves hembras (EA3-F41, EA5-F41, EA6-F41, EA7-F41) y aves reproductoras (RA1-F22, RA8-F22).

Se concluye que automatizar el área de medición, dosificación y mezclado conlleva una inversión de 43851.14 U\$\$ para obtener un beneficio útil de 96360.00 U\$\$/año. Asimismo, el proyecto es viable financieramente con un valor actual neto de 458774.00 U\$\$ y una tasa interna de rentabilidad de 220%.

## VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la implementación de un plan de mantenimiento preventivo y predictivo basado en el riesgo para los equipos intervinientes en el área de medición, dosificación y mezclado con la finalidad que no afecten o interfieran en el control automatizado a implementar.
- Capacitar al personal del área de medición, dosificación y mezclado, respecto a los temas de instrumentación, automatización y electricidad, para la eficiente comunicación usuario – PLC, mediante el uso del lenguaje Ladder.
- Elaborar un diagrama de Gantt para las distintas tareas o actividades que involucra la implementación del control automático del área de medición, dosificación y mezclado.



## REFERENCIAS

- Agricultura, Ministerio de. 2019. Actividad Avícola. Lima - Perú: s.n., 2019.
- Andina. 2017. Agencia Peruana de noticias Andina, . Lima - Perú : s.n., 2017.
- Arellano Pèrez, Joaquin Tadeo. 2014. Automatización del proceso de café en la comunidad de Tlacuilotepec Puebla. México : s.n., 2014.
- Avalos Pozo, Jhonatan. 2016. Mejora en el diseño del proceso de elaboración y composición de alimentos balanceados en la empresa J.Alcántara. Piura - Perú : Universidad de Piura, 2016.
- Balanceado, Delba SRL. 2017. Tolva Balanza para Pesaje de Materia Prima. 2017.
- Brennan, J.G. 2013. Las Operaciones de la Ingeniería de los Alimentos. Mezclado Vertical. Zaragoza - España : s.n., 2013.
- Bullon Vilchez, Oscar. 2012. Automatización Industrial. Colombia : s.n., 2012.
- Castillo Zapata, Rosa Lourdes Katherine. 2016. Estudio y análisis de la etapa de dosificación y mezclado para mejorar la medición de la cantidad de insumos y el tiempo de mezclado en el proceso de alimentos balanceados de pollos en la empresa el Rocío S.A. . Trujillo - Perú : Universidad Privada Antenor Orrego, 2016.
- Chachapoyas Rivas, Diego Leonardo . 2014. Producción de Alimentos Balanceados en una Planta Procesadora en el Cantón Cevallos. Quito – Ecuador : s.n., 2014.
- Córdoba, Silos. 2017. Silos de Almacenamiento Catálogo General. Córdoba - Argentina : s.n., 2017.
- Elguera Vásquez, Jorge. 2016. Alimento Balanceado para Animales. México D.F : s.n., 2016.
- Farfán Huamaní, Luis Eduardo. 2015. Diseño de un sistema de monitoreo en tiempo real de la temperatura y humedad para el proceso de crianza de pollos de la empresa El Rocío S.A. Lima - Perú : s.n., 2015.

Fellows, Peter. 2013. Tecnología del Procesado de los Alimentos. Mezclado. Zaragoza - España : s.n., 2013.

Gallego Mejía, Raul. 2012. Manual de Contrucciones y Equipos para Fábricas de alimentos balanceados para Aves. Tolima - Colombia : s.n., 2012.

Gómez Vergara, Elder. 2016. Fundamentos de Nutrición y Alimentos I: Curso Nacional y Capacitación de Crianzas Familiares. Lima - Perú : s.n., 2016.

Gusqui Lamiña, Diego Renato. 2017. Implementación de un sistema de control automático y monitoreo, usando un controlador y una interfaz de usuario para la molienda y mezclado de alimentos balanceados de la avícola la morenita. Riobamba – Ecuador : s.n., 2017.

Hernández Mendoza, Pedro. 2015. Automatización Industrial. México : s.n., 2015.

Hurtado, José. 2014. Electricidad- electrónica. . España : s.n., 2014.

Irigoyen, Tomas. 2010. Importancia del Mezclado en la Industria; Mezclado Vertical. México : s.n., 2010.

López González, Diego. 2014. Alimentos Balanceados Almacenamiento. Quito - Ecuador : s.n., 2014.

Maquinova. 2017. Mezcladoras y molinos . Mexico : s.n., 2017.

Meosa, Departamento Técnico. 2006. Mezcladoras y Proceso de Mezclado. 2006.

Ordinola Galván, Ana Rita. 2014. Análisis, diagnóstico y propuesta de mejora del sistema de planeamiento y control de operaciones de una empresa del sector pecuario. Lima - Perú : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2014.

Pond, W. 2012. Fundamentos de Nutrición y alimentación de animales. México : Limusa, 2012.

Reyes Méndez, Laura María . 2019. Control de la Materia Prima para Alimnetos Balanceados para Aves. Ibague - Colombia : s.n., 2019.

Siemens. 2016. Manual de sistema, PLC-S7-400. España : s.n., 2016.

Somolinos, José. 2012. Avances en robótica y visión por computador. Cuenca - Colombia : s.n., 2012.

Valverde Jerez, Jorge. 2016. Proceso de Automatización. España : (Universidad Politécnica de Cataluña), 2016.

## ANEXOS

Anexos N° 1:A.1. Ficha técnica de sensores de nivel



# NivoGuide<sup>®</sup> 3000

## Radar guiado

Radar guiado para la medición continua de nivel para todo tipo de sólidos.  
Muy preciso para un uso versátil en diferentes tipos de aplicaciones e industrias.  
Alta fiabilidad en la medición gracias a una software inteligente.



 SOLUTIONS

# NivoGuide® 3000

- Universal para una gran variedad de aplicaciones en silos y tanques de proceso
- Valores de medición precisos incluso para aplicaciones con fuerte generación de polvo, condensación o adherencias
- Extensa función de diagnóstico

**Aplicación:** El NivoGuide® 3000 es adecuado para aplicaciones de medición continua de nivel en sólidos a granel en muchas industrias.

Sonda personalizable



## NG 3100 Versión Varilla

Largo de la extensión máx. 6m  
Sonda personalizable



## NG 3100 Versión Cable

Largo de la extensión máx. 75m  
Sonda personalizable



## Datos técnicos

<b>Carcasa</b>	Aluminio IP 68, acero inoxidable	
<b>Certificados</b>	ATEX, FM	
<b>Rango de medición</b>	Versión varilla	máx. 6m (236 inch)
	Versión cable	máx. 75m (2952 inch)
<b>Temperatura de trabajo</b>	-40°C hasta +200°C (-40°F hasta +392°F)	
<b>Presión</b>	-1 hasta +40 bar (-14,5 hasta +580 psig)	
<b>Sensibilidad</b>	Valor DK ≥1,5	
<b>Tensión de alimentación</b>	9,6...35V DC, 2-hilos	
<b>Señal de medición</b>	4 - 20 mA/ HART	
<b>Conexión al proceso</b>	Rosca de G¾, ¾ NPT	
	Otras bridas también disponibles.	
<b>Material conexión al proceso</b>	Acero inoxidable	1.4404 (SS316L) / 1.4435 (SS316L)
	Acero inoxidable	1.4404 (SS316L) / 1.4401 (SS316)
<b>Material sonda</b>	Revestido en PA	
	Junta de FKM / FFKM / EPDM	

## Versiones de la carcasa

Estándar

Acero inoxidable

Dos cámaras



## Módulo de indicación y ajustes integrado



Tapa con ventana de visualización

Módulo de indicación y ajustes (enchufable)



- Extensa función de diagnóstico
- Muestra el valor medido actual, los parámetros de puesta en marcha y los datos de diagnóstico
- Los parámetros ingresados pueden ser transferidos a otros dispositivos (opción)



UWT GmbH · Westendstr. 5  
87488 Betzigau · Germany

Tel.: +49 (0) 831/57 123-0  
Fax: +49 (0) 831/57 123-10

www.uwt.eu  
info@uwt.eu

## A.2. Ficha técnica de sensores de peso

Anexos N° 2:A.2. Ficha técnica de sensores de peso

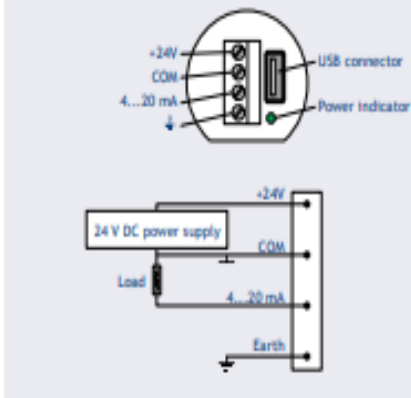
Smart Sensing  
**SENSOVANT** 

**Laser level measurement sensor • LTI**

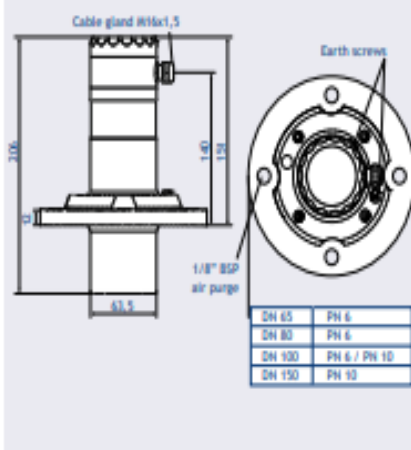


# Laser level measurement sensor • LTI

## Electrical connections



## Dimensions (mm)



## Technical data

Sensing range	0,3 ... 50m
Resolution	10mm
Accuracy	1 standard deviation = 2,5 cm at 20°C
Update rate	5 readings per second
Analog	4...20 mA NAMUR compliant self-powered & non-isolated
Power supply	24 V DC nominal (12...28 V DC)
Communication	USB 115200 baud 8-N-1
Process connection	Flange
Pressure	Atmospheric
Operating temperature	-20°C...+60°C
Electrical connection	M16 x 1,5
Enclosure rating	IP 66
Air purge hole	1/8" BSP option
<b>Materials:</b>	
Housing material	Anodized aluminium
Lens material	Impact resistant acrylic
Beam divergence	< 1° to half power points
Laser safety classification	Class 1M
Caution	Do not view laser directly with optical instruments



Level control



Positioning



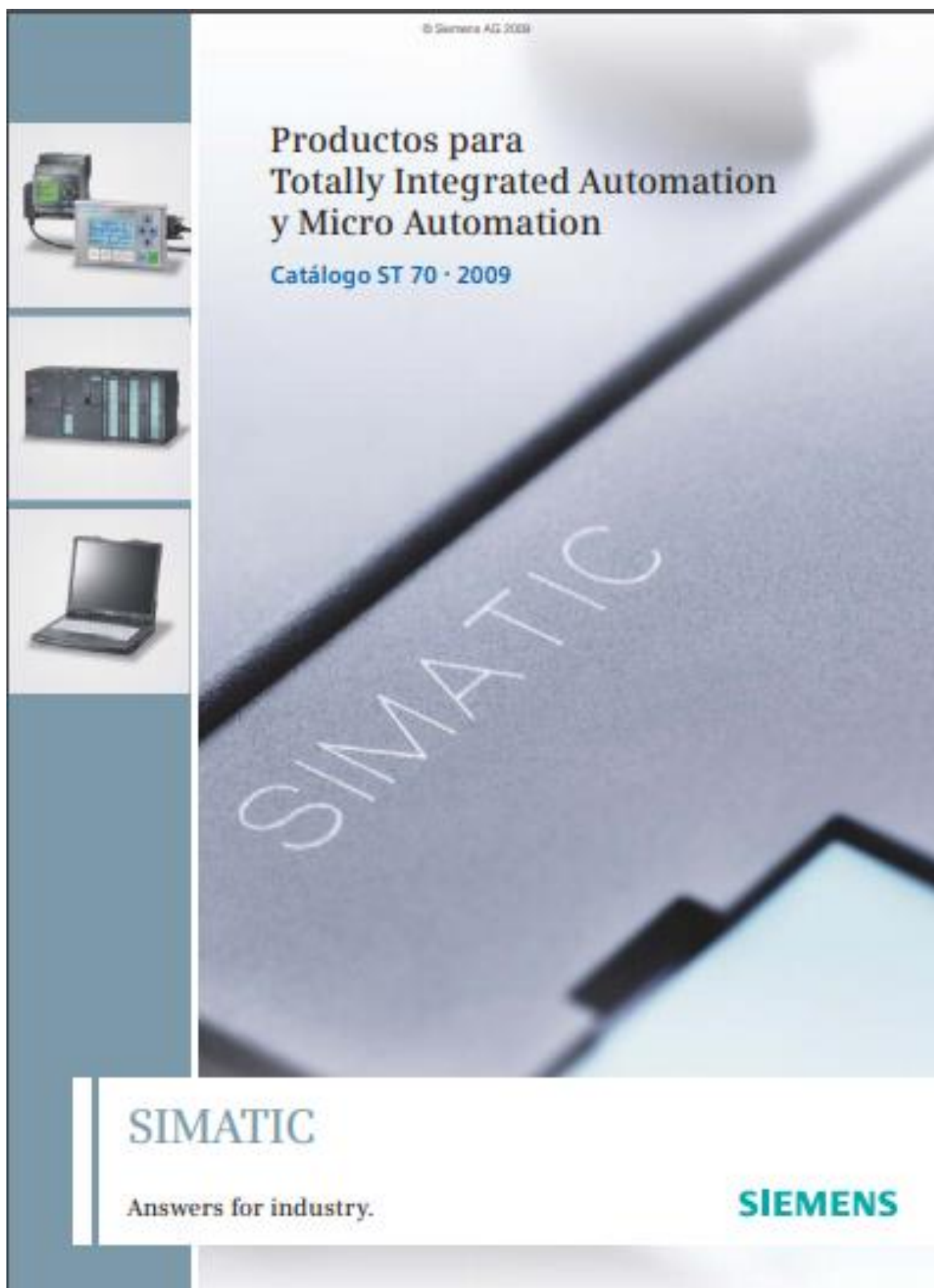
Blocked-chute detection



Break, tear & slack monitoring



Build-up monitoring





# Introducción

## Controladores SIMATIC

### SIMATIC S7-400:

**Controlador de alto rendimiento para soluciones de sistema en la industria manufacturera y de procesos**

Dentro de la familia de controladores, el SIMATIC S7-400 está concebido para soluciones de sistema en el ámbito de la automatización manufacturera y de procesos.

- El S7-400 es ideal para tareas de muchos datos de la industria de procesos; la gran velocidad de procesamiento y los tiempos de reacción determinísticos reducen los tiempos de ciclo de las máquinas rápidas en la industria manufacturera. El rápido bus de fondo del S7-400 posibilita una conexión eficaz de los módulos periféricos centrales.
- El S7-400 se utiliza preferentemente para coordinar instalaciones completas y para controlar las líneas de comunicación subordinadas con estaciones esclavas; de ello se ocupan las interfaces integradas y la gran capacidad de comunicación.
- Las prestaciones del S7-400 se pueden ampliar gracias a una gama escalonada de CPU; la capacidad para periferia de E/S es prácticamente ilimitada.
- Los recursos disponibles de las CPU permiten integrar nuevas funciones sin necesidad de invertir más en hardware, p. ej., procesamiento de datos de calidad, cómodo diagnóstico, integración en soluciones MES de nivel superior o rápida comunicación a través de sistemas de bus.



SIMATIC S7-400, CPU	412-1/ 412-2	414-2	414-3	414-3 PN/DP	416-2	416-3
<b>Memoria de trabajo</b>	288/ 512 <sup>1)</sup> kbytes	1 Mbyte	2,8 Mbytes	2,8 Mbytes	5,6 Mbytes	11,2 Mbytes
Instrucciones	48/841) K	170 K	460 K	460 K	920 K	1840 K
<b>Tiempos de ejecución (µs)</b>						
Bit/pal./coma fija/coma flot.	75/75/75/225	45/45/45/135	45/45/45/135	45/45/45/135	30/30/30/90	30/30/30/90
<b>Temporizadores/contadores</b>	2048/2048	2048/2048	2048/2048	2048/2048	2048/2048	2048/2048
<b>Áreas de direccionamiento</b>						
Canales digitales	32768/32768	65536/65536	65536/65536	65536/65536	131072/131072	131072/131072
Canales analógicos	2048/2048	4096/4096	4096/4096	4096/4096	8192/8192	8192/8192
<b>Interfaces DP</b>						
Cantidad de interfaces DP	1(MPI/DP) / 11)	1	2	1	1	2
Cantidad de esclavos DP	32/64	96	96 respec. 1 x DP	125 respec. 1 x DP	125	125 respec. 1 x DP
Interfaces enchufables	—	—	—	—	—	—
<b>Interfaces PN</b>						
Cantidad de interfaces PN	—	—	—	1 (2 puertos)	—	—
PROFINET IO	—	—	—	●	—	—
PROFINET con IRT	—	—	—	●	—	—
PROFINET CBA	—	—	—	●	—	—
TCP/IP	—	—	—	●	—	—
UDP	—	—	—	●	—	—
Servidor web	—	—	—	●	—	—
ISO-on-TCP (RFC 1006)	—	—	—	●	—	—
Pasarela de juegos de datos	—	—	—	●	—	—
<b>Dimensiones A x A x P (mm)</b>	25x290x219	25x290x219	50x290x219	25x290x219	25x290x219	50x290x219

— interfaces enchufables

<sup>1)</sup> CPU 414-3


Anexos N° 4:A.4. Fotografía: Tolvas o silos de la planta el molino El Milagro




**A.5. Fotografía: Control y monitoreo por pulsadores**




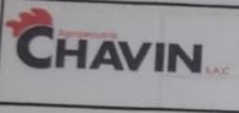
Anexos N° 5:A.6. Tipos de alimento balanceado producido por la planta molino El Milagro


		<b>PLANTA MOLINO MILAGRO</b>		<b>F40 MAIZ AME EOS VICTORY</b>	15-Abr-19		
				<b>F40 - MACHOS</b>	<b>3 TM</b>		
INSUMOS MACROS		EA-03 ( 23 - 32 DIAS )		INSUMOS MACROS		EA-03 ( 23 - 32 DIAS )	
1	MAIZ AME EOS VICTORY	1,873.080	1,873.08	7	F.Bicalcico 18.5%	22.92	
2	TORTA AME ORIENT SKY	815.820	2,688.90	8	Carbonato de Calcio	13.86	
3	Harina Integral ame KOUSHUN	150.000	2,838.90	9			
4	Afrecho de trigo	0.000	2,838.90	10	<b>Aceite Crudo de SOYA</b>	<b>75.69</b>	
5	<b>DDGS</b>	0.000	2,838.90	11	Cloruro de Colina 75%	16.50	1.80
6			2,838.90	12	<b>Avelut 20</b>	0.00	
PREMEZCLA		46.83		13			
<b>TOTAL KG</b>		<b>3,000.00</b>				<b>0.00</b>	


		<b>PLANTA MOLINO MILAGRO</b>		<b>F40 MAIZ AME EOS VICTORY</b>	15-Abr-19		
				<b>F40 - MACHOS</b>	<b>3 TM</b>		
INSUMOS MACROS		EA-05 ( 33 - 37 DIAS )		INSUMOS MACROS		EA-05 ( 33 - 37 DIAS )	
1	MAIZ AME EOS VICTORY	2,111.79	2,111.79	7	F.Bicalcico 18.5%	14.40	
2	TORTA AME ORIENT SKY	621.45	2,733.24	8	Carbonato de Calcio	12.36	
3	Harina Integral ame KOUSHUN	150.00	2,883.24	9			
4	Torta de Palmiste	0.00	2,883.24	10	<b>Aceite Crudo de SOYA</b>	<b>41.01</b>	
5	Afrecho de trigo	0.00	2,883.24	11	Cloruro de Colina 75%	16.50	1.80
6	<b>DDGS</b>	0.00	2,883.24	12	<b>Avelut 20</b>	0.00	
PREMEZCLA		47.19		13			
<b>TOTAL KG</b>		<b>3,000.00</b>				<b>0.00</b>	





		<b>PLANTA MOLINO MILAGRO</b>		<b>F40 MAIZ AME EOS VICTORY</b>	15-Abr-19		
				<b>F40 - MACHOS</b>	3 TM		
INSUMOS MACROS		EA-06 ( 38 a 41 DIAS )		INSUMOS MACROS		EA-06 ( 38 a 41 DIAS )	
1	MAIZ AME EOS VICTORY	2,209.95	2,209.95	7	F.Bicalcico 18.5%	4.50	
2	TORTA AME ORIENT SKY	582.18	2,792.13	8	Carbonato de Calcio	12.72	
3	Harina Integral ame KOUSHUN	120.00	2,912.13	9			
4	Torta de Palmiste	0.00	2,912.13	10	Aceite Crudo de SOYA	32.01	
5	Afrecho de trigo	0.00	2,912.13	11	Cloruro de Colina 75%	1.370	1.50
6	DDGS	0.00	2,912.13	12	Avelut 20	0.00	
PREMEZCLA		37.14		13			
TOTAL KG		3,000.00				0.00	

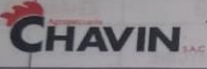
		<b>PLANTA MOLINO MILAGRO</b>		<b>F40 MAIZ AME EOS VICTORY</b>	15-Abr-19		
				<b>F40 - MACHOS</b>	3 TM		
INSUMOS MACROS		EA-07 ( 42 A MAS )		INSUMOS MACROS		EA-07 ( 42 A MAS )	
1	MAIZ AME EOS VICTORY	2,332.71	2,332.71	7	F.Bicalcico 18.5%	5.13	
2	TORTA AME ORIENT SKY	569.22	2,901.93	8	Carbonato de Calcio	14.40	
3	Harina Integral ame KOUSHUN	0.00	2,901.93	9			
4	Torta de Palmiste	0.00	2,901.93	10	Aceite Crudo de SOYA	15.00	
5	Afrecho de trigo	30.00	2,931.93	11	Cloruro de Colina 75%	0.00	
6	DDGS	0.00	2,931.93	12	Avelut 20	0.00	
PREMEZCLA		33.54		13			
TOTAL KG		3,000.00				0.00	


		<b>PLANTA MOLINO MILAGRO</b>		<b>F41 HEMBRAS MAIZ AME EOS VICTORY</b>	15-Abr-19		
				<b>F41 - HEMBRAS</b>	3 TM		
INSUMOS MACROS		EA-03 ( 23 - 32 DIAS )		INSUMOS MACROS		EA-03 ( 23 - 32 DIAS )	
1	MAIZ AME EOS VICTORY	1,943.880	1,943.88	7	F.Bicalcico 18.5%	23.43	
2	TORTA AME ORIENT SKY	758.940	2,702.82	8	Carbonato de Calcio	14.31	
3	Harina Integral ame KOUSHUN	150.000	2,852.82	9			
4	Afrecho de trigo	0.000	2,852.82	10	Aceite Crudo de SOYA	60.87	
5	DDGS	0.000	2,852.82	11	Cloruro de Colina 75%	1.650	1.80
6			2,852.82	12	Avelut 20	0.00	
PREMEZCLA		46.77		13			
TOTAL KG		3,000.00				0.00	

		PLANTA MOLINO MILAGRO		F41 HEMBRAS MAIZ AME EOS VICTORY	15-Abr-19		
				<b>F41- HEMBRAS</b>	3 TM		
INSUMOS MACROS		EA-05 ( 33 - 37 DIAS )		INSUMOS MACROS		EA-05 ( 33 - 37 DIAS )	
1	MAIZ AME EOS VICTORY	2,198.28	2,198.28	7	F.Bicalcico 18.5%	15.03	
2	TORTA AME ORIENT SKY	550.62	2,748.90	8	Carbonato de Calcio	12.93	
3	Harina Integral ame KOUSHUN	150.00	2,898.90	9			
4	Torta de Palmiste	0.00	2,898.90	10	Aceite Crudo de SOYA	23.91	
5	Afrecho de trigo	0.00	2,898.90	11	Cloruro de Colina 75%	1.900	2.10
6	DDGS	0.00	2,898.90	12	Avelut 20	0.00	
PREMEZCLA		47.13		13		0.00	
TOTAL KG		3,000.00				0.00	

		PLANTA MOLINO MILAGRO		F41 HEMBRAS MAIZ AME EOS VICTORY	15-Abr-19		
				<b>F41 - HEMRRAS</b>	3 TM		
INSUMOS MACROS		EA-06 ( 38 a 41 DIAS )		INSUMOS MACROS		EA-06 ( 38 a 41 DIAS )	
1	MAIZ AME EOS VICTORY	2,291.46	2,291.46	7	F.Bicalcico 18.5%	5.07	
2	TORTA AME ORIENT SKY	516.90	2,808.36	8	Carbonato de Calcio	13.23	
3	Harina Integral ame KOUSHUN	120.00	2,928.36	9			
4	Torta de Palmiste	0.00	2,928.36	10	Aceite Crudo de SOYA	15.00	
5	Afrecho de trigo	0.00	2,928.36	11	Cloruro de Colina 75%	16.50	1.80
6	DDGS	0.00	2,928.36	12	Avelut 20	0.00	
PREMEZCLA		36.54		13		0.00	
TOTAL KG		3,000.00				0.00	

		PLANTA MOLINO MILAGRO		F41 HEMBRAS MAIZ AME EOS VICTORY	15-Abr-19		
				<b>F41 - HEMRRAS</b>	3 TM		
INSUMOS MACROS		EA-07 ( 42 A MAS )		INSUMOS MACROS		EA-07 ( 42 A MAS )	
1	MAIZ AME EOS VICTORY	2,356.08	2,356.08	7	F.Bicalcico 18.5%	5.37	
2	TORTA AME ORIENT SKY	545.76	2,901.84	8	Carbonato de Calcio	14.58	
3	Harina Integral ame KOUSHUN	0.00	2,901.84	9			
4	Torta de Palmiste	0.00	2,901.84	10	Aceite Crudo de SOYA	15.00	
5	Afrecho de trigo	30.00	2,931.84	11	Cloruro de Colina 75%	0.00	
6	DDGS	0.00	2,931.84	12	Avelut 20	0.00	
PREMEZCLA		33.21		13		0.00	
TOTAL KG		3,000.00				0.00	

		<b>MOLINO MILAGRO CABINA MEZCLADO</b>		22-abr.-19	22-Abr-19		
<b>F22 - REPRODUCTORA</b>							
INSUMOS MACROS		RA-01		INSUMOS MACROS		RA-01	
1	MAIZ AME EOS VICTORY	2,008.98	2,008.98	6	F.Bicalcico 18.5%	60.12	
2	TORTA AME ORIENT SKY	841.26	2,850.24	7	Carbonato de Calcio Polvo	13.98	
3	Torta de Palmiste	18.06	2,868.30	8	Cloruro de Colina 75%	1.50	
4	Soya Integral KOUSHUN	0.00	2,868.30	9	FORMYCINE	7.50	
5				10	ACEITE CRUDO DE SOYA	0.00	
PREMEZCLA		48.60		11			
<b>TOTAL KG</b>		<b>3,000.00</b>				<b>0.00</b>	

		<b>MOLINO MILAGRO CABINA MEZCLADO</b>		22-abr.-19	22-Abr-19		
<b>F22 - REPRODUCTORA</b>							
INSUMOS MACROS		RA-08		INSUMOS MACROS		RA-08	
1	MAIZ AME EOS VICTORY	2,166.03	2,166.03	6	F.Bicalcico 18.5%	28.32	
2	TORTA AME ORIENT SKY	526.53	2,692.56	7	Carbonato de Calcio Polvo	0.00	
3	Torta de Palmiste	0.00	2,692.56	8	Cloruro de Colina 75%	23.30	3.00
4	Afrecho de trigo	9.96	2,702.52	9	FORMYCINE	7.50	
5				10	ACEITE CRUDO DE SOYA	0.00	
PREMEZCLA		44.76		11	Carbonato de Calcio Gueso	213.90	
<b>TOTAL KG</b>		<b>3,000.00</b>				<b>0.00</b>	



**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO**

ÍTEM	CRITERIOS A EVALUAR						Observaciones (Si debe eliminarse o modificarse un ítem por favor indique)
	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		
	Si	No	Si	No	Si	No	
1	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
<b>Aspectos Generales</b>					Si	No	
El instrumento contiene introducciones claras y precisas para responder el cuestionario					<input checked="" type="checkbox"/>		
Los ítems permiten el logro del objeto de la investigación					<input checked="" type="checkbox"/>		
El número de ítems es suficiente para recoger la información. En caso ser negativa su respuesta, sugiera los ítems a añadir.					<input checked="" type="checkbox"/>		
<b>VALIDEZ</b>							
APLICABLE				<input checked="" type="checkbox"/>	NO APLICABLE		
APLICA ATENDIENDO A LAS OBSERVACIONES							

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado de la variable y/o dimensión.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar el indicador de la dimensión y la variable.

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

**DATOS GENERALES DEL EXPERTO**

Apellido y nombres: **Paredes Baltuano Juan**

Profesión: **Ingeniero Mecánico**

Especialidad: **Sistemas de Automatización y PLC's**



Firma del Experto

CIP: 160515

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO**

ÍTEM	CRITERIOS A EVALUAR						Observaciones (Si debe eliminarse o modificarse un ítem por favor indique)
	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		
	Si	No	Si	No	Si	No	
1	X		X		X		
<b>Aspectos Generales</b>						<b>Si</b>	<b>No</b>
El instrumento contiene introducciones claras y precisas para responder el cuestionario					X		
Los ítems permiten el logro del objeto de la investigación					X		
El número de ítems es suficiente para recoger la información. En caso ser negativa su respuesta, sugiera los ítems a añadir.					X		
<b>VALIDEZ</b>							
APLICABLE				X	NO APLICABLE		
APLICA ATENDIENDO A LAS OBSERVACIONES							

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado de la variable y/o dimensión.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar el indicador de la dimensión y la variable.

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

**DATOS GENERALES DEL EXPERTO**

Apellido y nombres: CCAMA SIHUAYRO EDUARDO

Profesión: INGENIERO MECÁNICO

Especialidad: AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL CON PLCs SIEMENS



Firma del Experto  
CIP: 146263



**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO**

ÍTEM	CRITERIOS A EVALUAR						Observaciones (Si debe eliminarse o modificarse un ítem por favor indique)
	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		
	Si	No	Si	No	Si	No	
1	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
<b>Aspectos Generales</b>						<b>Si</b>	<b>No</b>
El instrumento contiene introducciones claras y precisas para responder el cuestionario					<input checked="" type="checkbox"/>		
Los ítems permiten el logro del objeto de la investigación					<input checked="" type="checkbox"/>		
El número de ítems es suficiente para recoger la información. En caso ser negativa su respuesta, sugiera los ítems a añadir.					<input checked="" type="checkbox"/>		
<b>VALIDEZ</b>							
APLICABLE				<input checked="" type="checkbox"/>	NO APLICABLE		
APLICA ATENDIENDO A LAS OBSERVACIONES							

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado de la variable y/o dimensión.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar el indicador de la dimensión y la variable.

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

**DATOS GENERALES DEL EXPERTO**

Apellido y nombres: *Hernandez Castro Hugo Efraim*

Profesión: *Ing. Mecánico*

Especialidad: *Sintonización de Controladores*

**CIP: 148981**

  
 .....  
 Firma del Experto