

I. INFORMACIÓN GENERAL

A. Título del Proyecto Piloto

Automatización de envasadoras de empaque primario por medio de robots Delta y generación de reportes de producción en tiempo real en formato Power BI, alimentados por sensores instalados en los equipos.

B. Detalle del Problema

La Planta Callao cuenta con una línea de envasado de productos en formato de 60 gramos, que actualmente se realiza de manera manual lo cual genera riesgos de error en el envasado de productos y por otra parte, demoras en la elaboración de reportes de producción. Por otra parte, esta labor se convierte en un cuello de botella ante los incrementos de producción que se van a producir una vez entren en operación las nuevas líneas de proceso (9).

A continuación, se detallan los problemas principales:

- Problema:

La labor manual del proceso de envasado primario genera riesgos de error en el envasado, riesgos de calidad por contaminación cruzada debido al manipuleo manual y limita la capacidad de producción de producto terminado debido a que actualmente la velocidad de esta labor es de 170 unidades/minuto a máxima capacidad, hecho que se convierte en un cuello de botella si la capacidad de procesamiento en planta se incrementa.

- Causa:

En la actualidad no se cuenta con un sistema de envasado automatizado alineado a los ciclos de producción de producto terminado en formato de 60 gr. Por lo tanto se depende del uso de mano de obra, que muchas veces cesa temporalmente sus funciones debido a problemas de salud inherentes a la labor de empaclado.

- Consecuencias (efectos):

- Problemas ocupacionales en personal que alimenta producto en las envasadoras a una velocidad de 170 unidades por minuto, las afecciones principales se refieren a tendinitis en muñecas y en hombros de las colaboradoras, lo cual genera periodos de cesantía y costos de tratamiento de dichas afecciones laborales.
- Dependencia de la habilidad de la mano de obra ya que entrenar una alimentadora tarda aproximadamente 1 año dado que esta labor requiere de mucha práctica e intrínsecamente acarrea mermas por errores humanos durante el aprendizaje.

C. Objetivos y resultados esperados

Objetivo General (Propósito del Proyecto)	Resultado(s) Final(es) max. 3(indicador que tiene métrica)
Incrementar la velocidad y volumen en el proceso de envasado de tabletas moldeadas de chocolate en el formato de 60 gr., con intervención humana mínima y reduciendo riesgos de inocuidad en el envasado del producto terminado.	<p>Alcanzar una velocidad de envasado primario de 200 unid/minuto.</p> <p>Reducción de Mano de obra de envasado de 18 pax a 12 pax, representando un ahorro anual de \$ 56,000.</p>

Objetivos Específicos (Fases del proyecto)	Resultado(s) intermedio(s) (indicador que tiene métrica)
1. Fase 1: Diagnosticar la problemática: validación de velocidades, texturas, espacio físico y requerimientos de consumo de aire y energía eléctrica para la línea primaria.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Convenio de Constitución del Proyecto 2. Documento de Identificación de Interesados 3. Documento técnico de Diagnóstico de la Línea (As Is/To Be)
2. Fase 2: Planificar el alcance del proyecto	<ol style="list-style-type: none"> 1. Documento de Registro de Interesados 2. Plan de gestión del alcance del proyecto 3. EDT 4. Cronograma de actividades
3. Fase 3: Ejecutar la solución: Brazos robotizados en la línea de envasado primario, realización de pruebas de proceso para validación del proceso y la seguridad.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Documento de Diseño y montaje de equipos mecánicos y eléctricos, incluyendo criterios de aceptación 2. Programa de trabajo de brazos robotizados 3. Programa de funcionamiento de PLCs 4. Dos brazos robotizados instalados en línea de envasado primario c/velocidad de proceso de 200 unid./min. 5. Certificación y seguridad
4. Fase 4: Realizar el Cierre del Proyecto: Diseñar Plan de Mantenimiento preventivo y entrenar al staff de mantenimiento de la Planta Callao en labores de mantenimiento predictivo de línea, lecciones aprendidas y acta de cierre.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Documento de Plan de Mantenimiento preventivo/correctivo 2. Acta de capacitación de staff 3. Lecciones aprendidas del proyecto 4. Acta de cierre

D. Equipo Técnico

- **Equipo de la Solución**

- **Líder de Equipo:**

- Grado Universitario en Ingeniería Industrial, Mecánica, Mecatrónica o de Tecnologías Industriales.
 - Certificaciones en SCRUM
 - Experiencia en implementación de Sprints

- **Responsable de Diseño Mecánico/Eléctrico:**

- Grado Universitario en Ingeniería Industrial, Mecánica, Mecatrónica o de Tecnologías Industriales.
 - Especialización a nivel de grado superior en Programación de la producción en fabricación mecánica/eléctrica
 - Experiencia en Diseño en Fabricación Mecánica
 - Formación complementaria en Robótica, informatización y automatización de procesos productivos.

- **Responsable de Robótica/Automatización**

- Grado universitario en áreas afines con la informática (computación, sistemas, ingeniería, matemáticas)
 - Certificaciones, Cursos o Bootcamp en RPA
 - Manejo de herramientas de automatización (UiPath, BluePrism)
 - Desarrollo de software en C#, C++, Java, NET
 - Conocimientos de IA y Aprendizaje Automático

II. ALCANCE Y ACTIVIDADES PROPUESTAS

A. Detalle Metodológico

El proyecto consiste en el desarrollo de una solución robótica para incrementar la productividad del proceso de envasado de producto terminado en formato de 60 gr. Este proyecto contemplará todas las fases, desde el diseño de la solución, el desarrollo de programación AdHoc de acuerdo con las características operativas de la Planta Callao, hasta la puesta en marcha de la nueva línea de envasado primario. Adicionalmente el generará información de control del proceso y notificará el estado por cada registro al analista responsable de la línea.

La metodología a utilizar estará basada en un híbrido donde se aplicará algunas áreas del conocimiento de la guía PMBOK en 4 fases, las cuales son: Inicio, Planificación, Ejecución y Cierre y se ejecutará el desarrollo de la solución mediante sprints bajo el marco de trabajo Scrum.

1. Fase 1: Inicio

En la fase de inicio se deberán realizar las actividades destinadas a encaminar el comienzo del proyecto definiendo los objetivos y limitando el alcance de la implementación de la solución robotizada.

Tabla 1: Actividades de la Fase de Inicio

ACTIVIDADES	ROL	RESULTADOS INTERMEDIOS	HITO 1
1.1 Definición del Acta de Constitución del Proyecto	Lider de Proyecto	A. Acta de Constitución del Proyecto	Diagnóstico de variables condicionantes: velocidad de proceso, productividad, espacio físico, energía eléctrica, aire, takt time.
1.2 Identificación de Interesados		B. Documento de Identificación de Interesados	
1.3 Elaboración de cronograma		C. Documento técnico de Diagnóstico de la Línea (As Is/To Be)	

1.1 Entregables

Los entregables correspondientes a la Fase de Inicio son:

A. Acta de constitución del proyecto

En este documento se define el propósito, alcance y una breve descripción de la solución en construcción, que tiene el propósito de comunicar de manera concreta y sencilla los objetivos que se quiere alcanzar con la solución.

En este entregable se indica quien es el Jefe de Proyecto, el presupuesto base, alcances, interesados claves del proyecto.

B. Documento de identificación de interesados

En este documento de identificación de interesados se encuentra todas las personas u organizaciones afectadas por el proyecto, asimismo tiene información acerca de su autoridad, los intereses y la importancia en la toma de decisiones en el proyecto.

C. Diagnóstico de la Problemática

En este documento se sistematizan las variables críticas que afectarán la implementación del proyecto. Debe consignarse información sobre la situación actual (As Is) de la línea de envasado primario, así como la situación futura una vez que se haya implementado la solución (To Be). El relevamiento debe incluir información sobre el espacio e infraestructura disponibles para el montaje de la nueva línea, así como los requerimientos mínimos de servicios de soporte como ser energía eléctrica, flujo de aire, personal, velocidades de proceso, tiempos de ciclo, takt time y otros aspectos relacionados con el envasado primario de productos.

2. Fase 2: Planificación

En esta fase de la planificación se definirá el detalle de los equipos y software de control/reporte que forman parte de la solución propuesta, así como el detalle de costo y tiempo para implementarlos.

Tabla 2: Actividades de la Fase de Planificación

ACTIVIDADES	ROL	RESULTADOS INTERMEDIOS	HITO 2
2.1 Entrevista con interesados	Lider de Proyecto	A. Registro de Interesados	EDT y Cronograma aprobados
2.2 Definición del Alcance del proyecto		B. Plan de Gestión de Alcance del proyecto	
2.3 Esquema Desglosado de Trabajo		C. Documento detallado del EDT, aprobado	
2.4 Cronograma de actividades		D. Cronograma final, validado	

2.1 Entregables

Los entregables que corresponden a la fase de planificación son:

A. Registro de interesados

En este documento de registro se consignará toda la información de las personas y grupos que están involucrados en el proyecto por parte de MPF.

B. Plan de gestión de alcance

En este documento se deberá describir como se definirá, verificará, validará y controlará el alcance del proyecto, incluyendo los principales entregables, supuestos y limitaciones del mismo.

C. Estructura de desglose de trabajo (EDT)

El documento de EDT deberá mostrar de forma estructurada, el trabajo que va a realizar el proveedor de la solución, identificando el orden lógico que se seguirá durante la ejecución del proyecto para construir los entregables. Cada uno de los componentes que integran el EDT debe contar con un código de identificación y una descripción lo mas detallada posible: (i) Nombre del componente, (ii) Responsable, (iii) Ejecutor, (iv) Entregables del componente, (v) Hitos, (vi) Actividades del componente, (vii) Recursos requeridos y (viii) Descripción del criterio de aceptación.

D. Cronograma

El cronograma se configurará a partir del EDT y contemplará las asignaciones tiempo de duración para cada actividad.

3. Fase 3: Ejecución

En esta fase de la ejecución se deberá preparar los documentos de arquitectura y diseño de los equipos mecánicos y eléctricos de nueva línea de envasado contemplando la selección de los equipos, el desarrollo del software de control en base a los parámetros de producción requeridos.

Tabla 3: Actividades de la Fase de Ejecución

ACTIVIDADES	ROL	RESULTADOS INTERMEDIOS	HITO 3
3.1 Arquitectura de la solución	Resp. Diseño Mecánico/eléctrico, Resp. De robotización/automatización	A. Documento de Diseño y montaje de equipos mecánicos y eléctricos	Dos brazos robotizados instalados en línea de envasado primario c/velocidad de proceso de 200 unid./min.
3.2 Definición de historias de usuario	Líder de Proyecto	B. Matriz de Historia de usuario	
3.3 Elaboración de Product Backlog	Líder de Proyecto	C. Matriz de product backlog	
3.4 Definición de Sprint Backlog	Líder de proyecto	D. Matriz de sprint backlog	
3.5 Definición de criterios de aceptación	Lider de proyecto	E. Documento de Criterios de aceptación	
3.6 Implementación y monitoreo del Sprint	Resp. Diseño Mecánico/eléctrico, Resp. De robotización/automatización	F. Programa de trabajo de brazos robotizados en línea de envasado G. Programa de funcionamiento de PLCs H. Integración Hardware/software	
3.7 Certificación y seguridad	Resp. Diseño Mecánico/eléctrico, Resp. De robotización/automatización	I. Evidencia de pruebas y certificación	
3.8 Implementación en planta y puesta en producción	Lider de proyecto, Resp. Diseño Mecánico/eléctrico, Resp. De robotización/automatización	J. Acta de puesta en producción de Dos brazos robotizados instalados en línea de envasado primario c/velocidad de proceso de 200 unid./min.	

3.1 Entregables

Los entregables que corresponden a la fase de ejecución son:

A. Arquitectura de la solución

Consiste en la elaboración del Documento de Diseño y montaje de equipos mecánicos y eléctricos relacionados a la solución robótica. Los brazos robotizados, al no estar basados en tecnología invasiva pueden ser controlados a través de programas de control instalados en PLCs, los cuales se pueden enlazar a computadores de la red de MPF para procesar la información y controlar los ratios de producción de la línea de envasado.

B. Matriz de Historias de Usuario

La matriz de historia de usuario deberá tener un listado de los requerimientos funcionales, el contenido de una historia de usuario incluye: rol, funcionalidad, razón, criterio de aceptación, evento y resultado.

C. Matriz de Product backlog

Es el listado de los requerimientos funcionales y no funcionales que tienen como origen las historias de usuario. En este entregable se deberá realizar la estimación de puntos de historia de usuario usando la técnica del planing poker.

D. Matriz de Sprint Backlog

Utilizando las historias de usuario, se deberá identificar las tareas del sprint y puntos de usuario de cada tarea. Esta información servirá para realizar el monitoreo del sprint.

E. Criterios de Aceptación

El entregable criterio de aceptación es definido por el product owner en conjunto con el equipo de desarrollo. Tienen relación con las historias de usuario y es útil para evitar ambigüedades y conocer si la historia de usuario permitió lograr todo lo definido.

F. Programa de trabajo de brazos robotizados

El entregable consiste en el desarrollo del sistema de control de los brazos robotizados de la línea de envasado.

G. Programa de funcionamiento de PLCs

El entregable consiste en el desarrollo del sistema funcionamiento de los PLCs de la línea de envasado.

H. Integración software/Hardware

El entregable consiste en documento que muestra los resultados de la integración del sistema robotizado de envasado primario.

I. Evidencias de pruebas

En este entregable se toman las evidencias de las pruebas sistema robotizado, en las cuales se demuestre que se realizó con éxito cada registro, asimismo los aspectos de seguridad en el funcionamiento de la línea.

J. Acta puesta en producción

El acta puesta en producción consiste en describir que se realizó la implementación del sistema robotizado con éxito, es decir cumpliendo las especificaciones de ratios de procesamiento de envasado primario y que la línea de envasado está lista para que los usuarios finales hagan uso de la nueva herramienta en producción.

4. Fase 4: Cierre

En esta fase de cierre se deberá definir el detalle de las actividades para la alta de la solución, tales como la elaboración del plan de mantenimiento, la capacitación del staff a cargo de la operación de la nueva línea y el acta de cierre.

Tabla 4: Actividades de la Fase de Cierre

ACTIVIDADES	ROL	RESULTADOS INTERMEDIOS	HITO 4
4.1 Elaboración de Plan de Mantenimiento	Lider de Proyecto	A. Protocolos de mantenimiento preventivo y correctivo	Programa de mantenimiento implementado.
4.2 Capacitación de Staff		B. Operadores de línea capacitados en uso de equipo	
4.3 Acta de Cierre		C. Acta de cierre del proyecto	

4.1 Entregables

Los entregables que corresponden a la fase de cierre son:

A. Plan de Mantenimiento

Documento que deberá contener la plantilla de modos de fallo de los equipos y efectos, indicando: componente del equipo a mantener, modo potencial de fallo, efectos, escala de severidad, causas potenciales, frecuencia esperada de fallo, proceso de corrección, probabilidad de detección de fallo, riesgos (severidad x frecuencia x detección), recomendaciones de acción y responsables directos e indirectos de la acción.

B. Capacitación

Comprenderá la elaboración de guías e instructivos de inducción en el uso y mantenimiento de los equipos, así como el entrenamiento al staff responsable de la línea de envasado en base a dichos documentos.

C. Acta de cierre

III. PRESUPUESTO (Máximo S/465,000)

El presupuesto está compuesto por las siguientes partidas:

- CONSULTORÍAS:
- EQUIPOS Y BIENES DURADEROS:
- MATERIALES E INSUMOS:
- PASAJES Y VIÁTICOS:
- SERVICIOS DE TERCEROS:
- OTROS GASTOS:

IV. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

A. ¿Cuál es el valor que se generará y cuáles son los beneficios que tendrá MPF si se implementa el piloto?, ¿Pueden expresarlo en valor monetario?

Los beneficios que generará el proyecto están referidos a cuatro verticales:

- (i) Eliminación de Riesgos de incidencias de salud en el puesto de trabajo (tendinitis en muñecas y hombros) derivadas de la labor manual de acarreo y alimentación de producto terminado: Esto se logrará debido a que se podrá reemplazar la mano de obra que actualmente trabaja en la línea de moldeo 1 la cual muchas veces abandona la labor o se reporta enferma, lo cual obliga a parar la línea e incumplir los despachos de producto terminado ocasionando problemas con los clientes de MPF.

Actualmente la empresa tiene asignadas un total de 11 personas en la línea 1 de moldeo. La distribución de las funciones en la línea comprende: 1 persona para la labor de acarreo, 3 personas en la operación de máquinas (cavana 2), 5 personas en la labor de envío a display, encintado y codificado de producto y 2 personas en la labor de encajado y paletizado.

Dada la naturaleza manual del trabajo se presentan incidencias de salud en el puesto de trabajo que ocasionan mucha rotación de personal y costos de atención en salud al personal que cesa temporalmente, además del perjuicio ocasionado a la productividad de la línea por tener menos dotación de personal.

Se estima que mediante el proyecto de robotización de la línea, se reducirá la dotación de personal de 11 personas (actual) a 8 personas en dos turnos, lo que representa un ahorro de \$ 56,172 /año.

- (ii) Evitar paro de la línea de Moldeo 1: Robotizar la línea permitirá evitar el paro de la misma por falta de personal ya que se prescindirá del personal encargado de acarreo y alimentación de las bandejas. Labores que son extenuantes cuando se realizan de manera manual y a la velocidad que se necesita para mantener la productividad de la línea.
- (iii) Incremento en calidad: Robotizar la línea permitirá mantener una calidad uniforme en el producto terminado puesto que a través de los sistemas robotizados y cámaras 2D, se podrá detectar y evitar cualquier defecto en el producto moldeado por manipuleo y mantener un buen control de merma.

- (iv) Incremento del ratio de envasado de producto terminado, de 170 unidades/minuto (actual) a 200 unidades/minuto, lo que significa un incremento directo en los ingresos de la empresa. Adicionalmente, se tendrá la posibilidad de producir productos en nuevos formatos (30 gr.) lo cual permitirá atender a nuevos clientes.

B. Luego de ejecutado el piloto ¿Cuál es el impacto potencial que se espera tener a nivel económico, social y ambiental?

Impacto Económico

El impacto económico del proyecto mide en función de los siguientes aspectos:

- Sustitución de Mano de Obra

Escenario Inicial		Escenario Final		Diferencia
Alimentadores	9	Alimentadores	6	-3
Turnos	2	Turnos	2	2
Total personas	18	Total personas	12	-6

Costo Anual Turno de 12 hrs.		
Por persona	USD	9,362
Ahorro Anual por reducción de 3 pax/ turno	USD	28,086
Nro. De Turnos		2
Ahorro Anual por reducción de 6 pax	USD	56,172

Impacto Social

El proyecto no presenta impactos sociales negativos puesto que se reasignará al personal saliente de la línea de moldeo en otras labores de planta de procesos.

Impacto Ambiental

El proyecto no generará impactos ambientales negativos. Por el contrario, la ganancia de eficiencias operativas en la línea de moldeo 1 permitirá operar bajo un esquema de mínimo desperdicio debido a la precisión que se obtendrá en el manejo de producto terminado a lo largo de la línea.

C. Propiedad Intelectual a utilizar en el piloto

Responder las siguientes preguntas:

- ¿Qué tipo de creaciones intelectuales (CI) se utilizarán en el piloto? (patentes de invención, modelos de utilidad, diseños industriales, software)

El proyecto desarrollará un diseño industrial a partir de un proceso de RPA (Robotic Process Automation) y software ad hoc para operación de la nueva línea de moldeo 1.

- ¿Las CI a utilizar en el piloto son de uso libre, es decir, cualquiera puede usarla sin pedir ninguna autorización?

Las aplicaciones de las CI serán de propiedad de MPF (software de control). Dado que el software se integra con los brazos robotizados fabricados por un proveedor certificado, el uso de los mismos, bajo el Lay out y otras condiciones de operación determinadas por el proyecto serán de uso exclusivo de MPF. Los brazos robotizados cuentan con una patente, de propiedad del proveedor de los equipos.

- Si las CI no son de uso libre, ¿la empresa es dueña de las CI que se utilizarán en el piloto? Si no fuera dueña de las CI, ¿tienen la licencia de uso de un tercero que es el dueño? Detallar.

El software de control, protocolos de mantenimiento preventivo, arquitectura de diseño de la nueva línea de moldeo 1 y los procesos asociados a su funcionamiento serán de propiedad de MPF. El uso de los robots no requiere licenciamiento puesto que se trata de un producto de libre adquisición, no obstante dichos equipos cuentan con una patente de propiedad del fabricante.

- ¿Las CI se encuentran registradas o están en proceso de registro? Detallar los países en los que se tiene registrada o está en proceso de registro

Aun no se cuenta con CI en proceso de registro.

D. Sinergias a futuro con MPF

Después de haber conocido a **MPF** durante la etapa de formulación ¿Qué sinergias podrían generarse más adelante?

El relacionamiento entre el challenger seleccionado y MPF permitirá identificar nuevos proyectos de automatización robotizada. Por ejemplo, MPF se caracteriza por ser una empresa cuya flexibilidad en su modelo de producción le permite generar una multiplicidad de productos/formatos, aspecto que la distingue por mucho de sus competidores más cercanos.

Debido a la necesidad de incrementar esa flexibilidad, se vislumbra la posibilidad de implementar en la organización un modelo de manufactura avanzada (manufactura 4.0) que no tiene precedentes en Latinoamérica. Por ejemplo a través de la impresión 3D de nuevos productos.