

INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL



UNIVERSIDAD DE TALCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL

**PROYECTO DE TÍTULO**

**Sistema de apoyo a las decisiones de asignación de  
trabajadoras en el área de selección de manzanas  
en Andes Service S.A**

AUTOR:

Diego Ignacio Díaz Valdés

Profesora Guía: Marcela González

CURICÓ – CHILE  
ABRIL DE 2018

## CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su encargado Biblioteca Campus Curicó certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Curicó, 2019

## **RESUMEN EJECUTIVO**

El presente trabajo describe el desarrollo de un proyecto de mejoramiento realizado en la empresa Andes Service S.A, dedicada el rubro de embalado de fruta. El problema que aborda el proyecto corresponde a la asignación de personas del área de selección manual, debido a que en dicha empresa existe un equipo selector encargada de clasificar la fruta en distintas calidades, pero que no lo realiza de manera adecuada, por lo que dicha selección debe ser corregida mediante seleccionadoras, de ahí radica la importancia de realizar una correcta asignación de personal en dicha área.

Este proyecto comienza con una introducción donde se contextualiza el lugar de aplicación en términos del servicio realizado por la empresa, el nivel de producción y el proceso productivo. Además, se detallan los objetivos y los resultados tangibles esperados para el proyecto.

Posteriormente se presenta un marco teórico con el fin explicar que herramientas de ingeniería industrial serán utilizadas para el desarrollo de las propuestas de mejora. También se define la metodología a utilizar, donde se detalla cada etapa a realizar para la solución de la problemática.

Con respecto al desarrollo del proyecto, este comienza con un diagnostico donde se concluye que es necesaria realizar una correcta asignación en el área de selección manual debido al funcionamiento del equipo y la importancia del proceso de selección. Por otra parte, se concluye que la mala clasificación del equipo de selección está relacionada a los limitantes que dicho equipo posee.

De esta forma se desarrolla un sistema de apoyo a las decisiones para definir el número de personas a asignar en las mesas de selección mediante un prototipo computacional. Además, se propone un procedimiento de ajuste de parámetros para el equipo de selección con el fin de mejorar su funcionamiento.

Finalmente se evalúa económicamente el proyecto, donde se obtiene un VAN de \$15.737.560 y un periodo de recuperación de 2 años, por lo que se recomienda su implementación.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

Capítulo 1: Introducción .....	8
1.1  Lugar de aplicación .....	9
1.1.1  Descripción general de la organización .....	9
1.1.2  Ubicación .....	11
1.1.3  Clientes .....	11
1.1.4  Estructura organizacional .....	12
1.1.5  Definición de los procesos .....	14
1.1.6  Recepción del producto .....	14
1.1.7  Descarga .....	14
1.1.8  Vaciado en agua .....	14
1.1.9  Pre-Calibre .....	15
1.1.10  Lavado .....	15
1.1.11  Encerado .....	15
1.1.12  Secado .....	15
1.1.13  Selección .....	15
1.1.14  Calibrado .....	16
1.1.15  Envasado .....	16
1.2  Problemática .....	16
1.3  Objetivo General .....	19
1.4  Objetivos específicos .....	19
1.5  Resultados tangibles esperados .....	19
Capítulo 2: Marco teórico y metodología .....	20
2  Marco Teórico y Metodología de solución .....	21
2.1  Herramientas manufactura esbelta .....	21
2.1.1  VSM .....	22
2.2  Herramientas básicas de calidad .....	23
2.3  Diseño de software .....	24
2.4  Estudio de tiempos .....	24
2.5  Herramientas de diseño de sistemas de operaciones .....	26
2.6  Evaluación económica .....	28
2.6.1  Valor actual neto .....	28

---

2.7	Metodología de solución.....	29
Capítulo 3: Diagnóstico de la situación actual.....		32
3	Diagnóstico situación actual.....	33
3.1	Descripción del área de selección.....	33
3.2	Dotación del área de selección manual.....	36
3.3	Productos.....	37
3.4	Selector de defectos.....	40
3.5	Mapa de flujo de valor.....	41
3.6	Diagrama de Ishikawa.....	44
3.7	Resultado del diagnóstico.....	45
3.8	Conclusiones del diagnóstico.....	46
Capítulo 4: Estudio de tiempos en el área de selección manual.....		47
4	Estudio de tiempos.....	48
4.1.1	Paso 1: Selección del trabajo a estudiar.....	48
4.1.2	Paso 2: Descripción de la operación.....	48
4.1.3	Paso 3: Determinar el número de ciclos a cronometrar.....	49
4.1.4	Paso 4: Registro de tiempos.....	50
4.1.5	Paso 5: Aplicar tolerancias:.....	51
4.1.6	Paso 5: Verificar mediciones:.....	52
4.2	Tiempo estándar de operación obtenido.....	52
Capítulo 5: Propuesta de asignación de personal.....		53
5	Propuesta de asignación de personal.....	54
5.1	Parámetros relevantes.....	54
5.1.1	Flujo principal.....	54
5.1.2	Flujo por cada mesa de selección.....	54
5.1.3	Flujo a extraer.....	56
5.1.4	Tasa estándar de operación.....	59
5.2	Cálculo de personas en el área de selección manual.....	59
5.3	Propuesta de asignación de personas para el área de selección.....	60
5.4	Modelo de asignación de personas para el área de selección.....	61
5.4.1	Análisis de sensibilidad del modelo de asignación propuesto.....	61
Capítulo 6: Procedimientos de operación diaria del equipo.....		64
6	Procedimiento de ajuste de parámetros.....	65

6.1	Planilla para el registro de muestras de la etapa de selección .....	67
Capítulo 7: Desarrollo de prototipo de sistema de apoyo a las decisiones .....		69
7	Prototipo de sistema de apoyo a las decisiones del área de selección manual .....	70
7.1	Diagrama de contexto .....	70
7.2	Diagrama de nivel superior.....	71
7.2.1	Corto plazo .....	71
7.2.2	Mediano plazo .....	71
7.3	Requerimientos del sistema .....	72
7.3.1	Requerimientos funcionales .....	72
7.3.2	Requerimientos no funcionales .....	73
7.4	Presentación del sistema de apoyo .....	74
7.4.1	Módulo de asignación .....	75
7.4.2	Módulo de calidad .....	81
7.4.3	Selector de defectos .....	85
7.5	Implementación del modelo .....	85
Capítulo 8: Evaluación económica.....		87
8	Evaluación económica del proyecto .....	88
8.1	Parámetros relevantes de la evaluación.....	88
8.1.1	Tasa de rendimiento mínima aceptable (TREMA) .....	88
8.1.2	Tasa de impuestos .....	88
8.1.3	Horizonte de evaluación .....	89
8.2	Ingresos del proyecto .....	89
8.3	Egresos del proyecto .....	90
8.4	Inversión.....	90
8.5	Flujo de caja.....	90
Conclusiones .....		92
BIBLIOGRAFÍA.....		95
ANEXOS .....		96

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Kg vaciados , embalados y porcentaje de embalado según variedad durante el año 2017 ...	38
Tabla 2:	Muestras de tiempos de estudio preliminar .....	50

Tabla 3 Registros de tiempos área selección manual.....	50
Tabla 4 Flujos principal por variedad año 2018 .....	54
Tabla 5: Distribución categórica por variedad 2018.....	55
Tabla 6: Flujo en Kg/hr de cada mesa de selección manual según variedad.....	56
Tabla 7 Porcentaje de ineficiencia del selector según variedad y mesa de selección manual .....	58
Tabla 8: Flujo a extraer por cada mesa de selección y variedad en kg/hr .....	58
Tabla 9 Asignación de personas propuesta para el área de selección manual en base a datos de la temporada 2018.....	60
Tabla 10: Ahorro en costo de seleccionadoras .....	89
Tabla 11: Ahorro en planificación.....	90
Tabla 12: Egresos del proyecto .....	90
Tabla 13: Inversión del proyecto .....	90
Tabla 14: Indicadores de la evaluación económica .....	91

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Logotipo Andes Service S.A .....	9
Ilustración 2 Layout Andes Service S.A.....	10
Ilustración 3 Ubicación Andes Service S.A.....	11
Ilustración 4 Kilos vaciados y embalados en 2017 línea Manzanas .....	12
Ilustración 5 Porcentaje de kilos embalados por tipo de clientes .....	12
Ilustración 6 Organigrama Andes Service S.A .....	13
Ilustración 7 Eficiencia selector de defectos.....	16
Ilustración 8 Diagrama de procesos línea manzanas .....	18
Ilustración 9 Ejemplo VSM.....	22
Ilustración 10 Diagrama de proceso de selección de manzanas.....	33
Ilustración 11 Área de preselección manual .....	34
Ilustración 12 Equipo de selección.....	35
Ilustración 13 Esquema mesas de selección manual.....	36
Ilustración 14 Número de operarios en las mesas de selección año 2018 .....	37
Ilustración 15 Kilogramos embalados y vaciados según variedad .....	38
Ilustración 16 Diagrama de Pareto sobre kilogramos procesados por variedad año 2017 .....	40
Ilustración 17 Diagrama flujo de valor (VSM) área de Packing Andes Service S.A .....	43
Ilustración 18: Diagrama Causa efecto área de selección .....	45
Ilustración 19: Esquema del flujo en las mesas de selección .....	57
Ilustración 20: Número promedio de seleccionadoras según ineficiencia del selector .....	63
Ilustración 21: Procedimiento de ajuste diario de parámetros .....	66
Ilustración 22: Procedimiento de ajuste diario de parámetros .....	67
Ilustración 23: Planilla propuesta de registro de muestras del selector .....	68
Ilustración 24 Diagrama de contexto sistema de apoyo a las decisiones para el área de selección ...	71
Ilustración 25 Diagrama de nivel superior sistema de apoyo a las decisiones área de selección manual.....	72
Ilustración 26: Ingreso al sistema de apoyo a las decisiones .....	74

Ilustración 27: Menú principal del sistema de apoyo .....	75
Ilustración 28: Pantalla principal módulo de asignación .....	76
Ilustración 29: Ingreso de resultados del muestreo diario .....	77
Ilustración 30: Resultados de asignación diaria.....	77
Ilustración 31: Reporte de asignación diaria.....	78
Ilustración 32: Resultados asignación para temporada según datos históricos .....	79
Ilustración 33: Reporte asignación para temporada según datos históricos .....	80
Ilustración 34: Resultados asignación según eficiencia selector.....	81
Ilustración 35: Modulo de calidad .....	82
Ilustración 36: Ingreso de resultados de muestras .....	82
Ilustración 37: Ingreso resultados de muestras en detalla .....	83
Ilustración 38: Grafico de defectos por variedad según calidad de manzana .....	84
Ilustración 39: Modulo selector de defectos .....	85
Ilustración 40: Resultados de la utilización del prototipo por Andes Service para el día 27-07-2018 .....	86

# Capítulo 1: Introducción

*En este capítulo se presentara a la organización donde se realizara el proyecto de mejoramiento, además se establecerán los objetivos generales, específicos y los resultados esperados para el desarrollo del proyecto.*

## 1.1 Lugar de aplicación

A continuación, se describe el lugar donde se realizará el proyecto de mejoramiento en relación a sus principales características.

### 1.1.1 Descripción general de la organización

Andes Service S.A corresponde a una empresa prestadora de servicios de *packing* para manzanas y cerezas. Esta empresa surge en el año 1998 como una pequeña planta de servicios frigoríficos. En un comienzo la organización contaba con 2 cámaras del tipo frio convencional y 1 de atmosfera controlado. Debido al crecimiento del mercado, la empresa decide ampliar sus instalaciones en el año 2000, aumentando en 3 sus cámaras de atmosfera controlada.

En la actualidad la empresa posee 10 cámaras de atmosfera controlada, 4 cámaras de frio convencional y 4 cámaras de producto terminado. En la Ilustración 2 se presenta el *layout* de la empresa donde se detalla las instalaciones que posee la empresa.

**Ilustración 1 Logotipo Andes Service S.A**



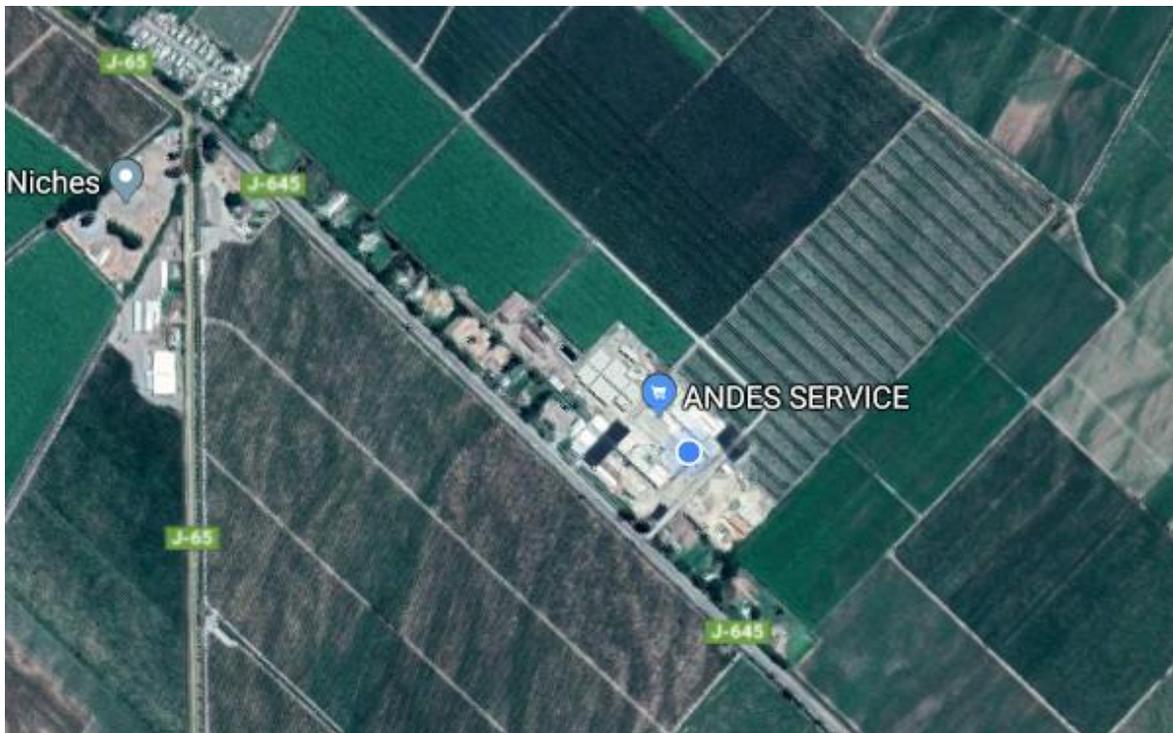
*Fuente: Andes Service S.A*



### 1.1.2 Ubicación

La empresa Andes Service S.A se ubica en la séptima región de Chile específicamente en la zona de Curicó, km 13 camino a Los Niches. En la Ilustración 3 se muestra la ubicación exacta de la empresa en la ruta J-645 del camino a Los Niches.

**Ilustración 3 Ubicación Andes Service S.A**



*Fuente: Google Maps*

### 1.1.3 Clientes

Andes Service S.A realiza el servicio de Packing a distintos productores de manzanas a nivel regional, dichos productores comercializan sus productos en distintos mercados como México, Europa, Honduras, Colombia y Ecuador.

Con respecto a sus clientes, en la actualidad Andes Service S.A posee 4 de los cuales el que presenta una mayor cantidad de kilogramos embalados corresponde a Polar Fruit Int.S.A con un 55% sobre el total de la fruta procesada. En la Ilustración 4 se presenta el detalle de los clientes de la empresa con sus respectivos Kg vaciados y embalados de

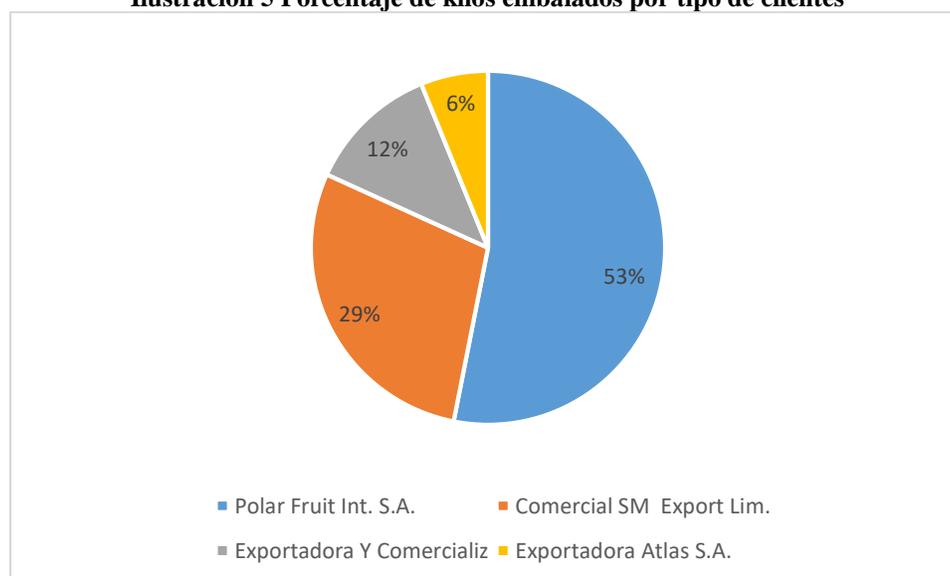
manzanas durante el año 2017, mientras que en la Ilustración 5 se presenta la cuota de Kg embalados para cada cliente.

**Ilustración 4 Kilos vaciados y embalados en 2017 línea Manzanas**

Cliente	Kg vaciados	Porcentaje	Kg embalados	Porcentaje
Polar Fruit Int. S.A.	12.835.623	55%	8.844.932	53%
Comercial SM Export Lim.	6.656.581	28%	4.777.713	29%
Exportadora Y Comercializ	2.735.555	12%	2.007.198	12%
Exportadora Atlas S.A.	1.311.652	6%	1.024.504	6%
	23.539.411	100%	16.654.347	100%

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de Andes Service S.A

**Ilustración 5 Porcentaje de kilos embalados por tipo de clientes**



Fuente: Elaboración propia con información obtenida de Andes Service S.A

#### 1.1.4 Estructura organizacional

A continuación, se presenta el organigrama de la empresa donde se realizará el proyecto de mejoramiento. Las principales áreas funcionales de la empresa corresponden a administración y área productiva. Con respecto al área de administración, este se divide en labores financieras, de gestión de RRHH, prevención de riesgo y control de gestión. En la Ilustración 6 se detalla el organigrama actual de la empresa.



### **1.1.5 Definición de los procesos**

En la Ilustración 8 se presenta el diagrama de procesos para la línea de procesamiento de manzanas de la empresa. Además, a continuación, se explica cada proceso productivo realizado en el área de *packing* de la empresa.

### **1.1.6 Recepción del producto**

El proceso productivo comienza con la recepción del producto en el área de control de calidad. La fruta ingresa a la empresa por medio de camiones de transporte de bins, a dichos camiones se les registra la cantidad de fruta transportada, el productor de la fruta, la empresa a la cual se le presta el servicio y la fecha y hora de ingreso. Una vez registrado estos datos, se toma una muestra para verificar que la fruta cumpla con los parámetros del SAG y de la norma HACCP.

### **1.1.7 Descarga**

Una vez que la fruta es ingresada y verificada se procede al proceso de descarga, para esto se ubican los bins con fruta en el patio de bins para luego ser almacenados en las cámaras de almacenaje (frio convencional y atmosfera controlada) o ser depositada de inmediato en la línea de producción, según lo que defina el cliente.

### **1.1.8 Vaciado en agua**

Este proceso corresponde al primer proceso de la línea de producción. Consiste en depositar y vaciar los bins sobre una corriente de agua mediante un equipo de volcado automático que es operado por una persona. Este proceso se encarga además de regular la velocidad de la línea de producción ya que, si los procesos posteriores presentan dificultades, el vaciado en agua se realizará de manera más pausada. La capacidad promedio de este proceso corresponde a 28-30 bins/hora mientras que la capacidad máxima de dicho proceso corresponde a 35bins/hora.

### **1.1.9 Pre-Calibre**

Este proceso consiste en el filtrado de las manzanas de menor tamaño mediante rodillos separados según el diámetro de las manzanas que se desea filtrar.

### **1.1.10 Lavado**

El lavado de la fruta se realiza en dos etapas. La primera consiste en rociar la fruta que esta sobre los rodillos de pre calibre, para así eliminar manchas de tierras, hojas sueltas y otros elementos no deseados en la fruta. La segunda etapa se realiza mediante la aplicación de un detergente neutro con el fin de eliminar la cera natural de las manzanas.

### **1.1.11 Encerado**

Este proceso consiste en la aplicación de una cera artificial con grado alimenticio en base a hojas de palma para mejorar la vida post-cosecha y también con fines estéticos.

### **1.1.12 Secado**

Una vez limpia y encerada la fruta se ingresa a un túnel de secado. Dicho túnel posee una temperatura optima de funcionamiento de 30°C y una temperatura máxima permitida de 45°C.

### **1.1.13 Selección**

Este proceso se realiza en dos etapas: la primera consiste en un selector automático que clasifica y selecciona la fruta según 3 variables (color, tamaño y forma). Dicha clasificación se realiza mediante los ajustes de estos parámetros según la variedad existente de fruta. La segunda etapa de la selección se realiza de forma manual, es decir mediante operarios que corrigen aquellas manzanas que fueron clasificadas de forma errónea por el selector. Para esto se dispone de 3 tipos de mesas de selección según el tipo de categoría de la manzana (ya sea categoría 1, categoría *choice* y categoría comercial).

### 1.1.14 Calibrado

Este proceso consiste en clasificar las manzanas según su calibre (o peso). Este proceso lo realiza un calibrador automático que es operado por una persona y que clasifica según los tipos de calibres previamente definidos por el cliente.

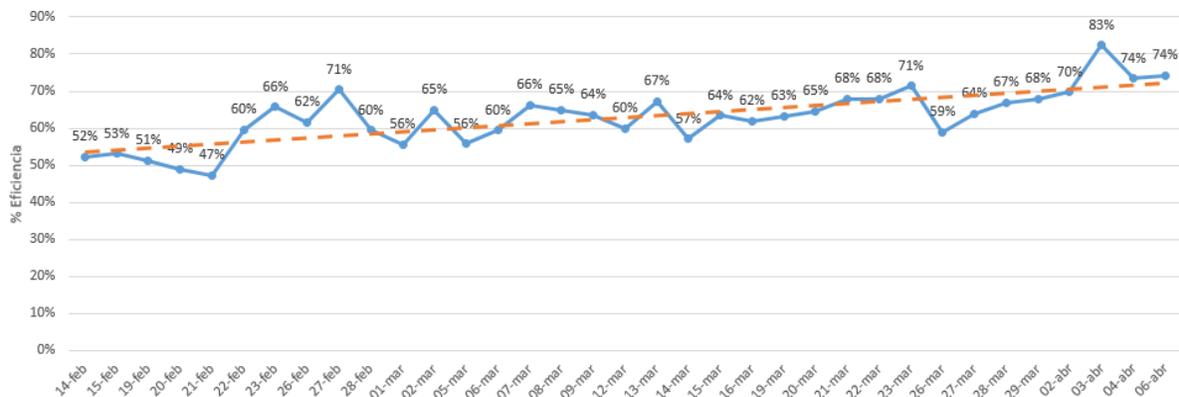
### 1.1.15 Envasado

Este proceso consiste en depositar las manzanas en las cajas de productos terminado. Para esto se dispone de 30 tómbolas sobre las cuales se ubican las manzanas que están listas para ser guardadas como producto final.

## 1.2 Problemática

La principal problemática que el presente estudio presente resolver corresponde a que el proceso de selección de manzanas posee una eficiencia que varía en un rango muy variable y relativamente bajo (entre 50 y 67% aproximadamente). Este nivel de eficiencia se define según la cantidad de manzanas clasificadas correctamente. Por ejemplo, en el periodo comprendido entre el 14 de febrero y el 6 de abril de 2018 la eficiencia del proceso de selección correspondió al 65%, es decir de cada 100 manzanas solo 65 fueron clasificadas correctamente. Esta situación se puede apreciar gráficamente en la Ilustración 7.

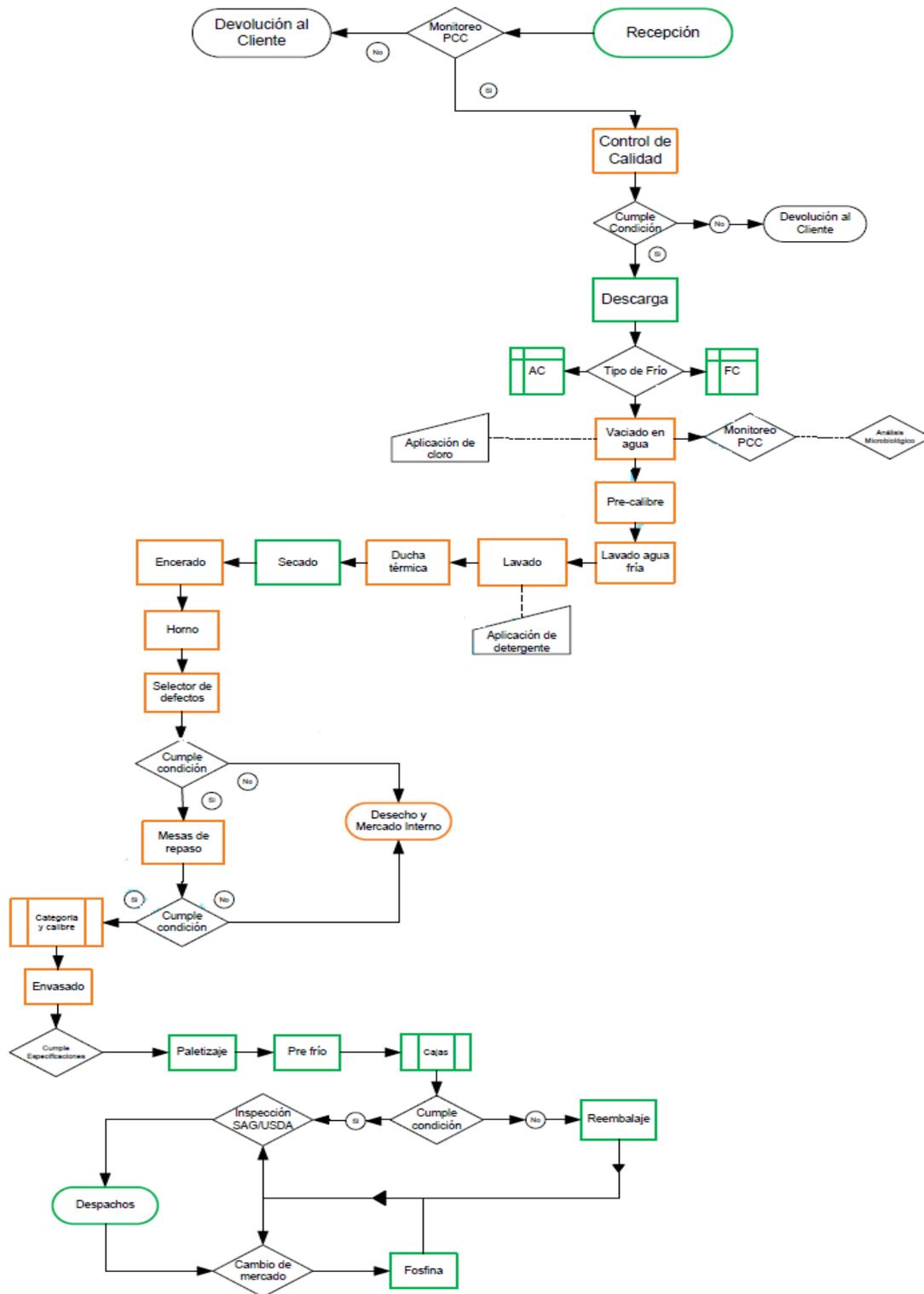
Ilustración 7 Eficiencia selector de defectos



Fuente: Andes Service S.A

El área donde se presenta la problemática consiste en un selector automático y 3 mesas de selección manual. El selector automático se encarga de clasificar las manzanas según los parámetros previamente definidos como el color, tamaño y forma y según dicha clasificación son enviadas a las distintas mesas de selección manual las que se encargan de corregir aquellas manzanas que no han sido clasificadas correctamente. Las mesas de clasificación manual son 3: categoría 1, *choice* y comercial.

Ilustración 8 Diagrama de procesos línea manzanas



Fuente: Andes Service S.A

### **1.3 Objetivo General**

- Desarrollar un sistema de apoyo a las decisiones para el área de selección de la empresa Andes Service S.A, con el fin de establecer el número de personas a asignar a las líneas, de acuerdo con las variedades y calidades de fruta a procesar.

### **1.4 Objetivos específicos**

- Realizar un diagnóstico del proceso de selección de la empresa con el fin de identificar las causas de la problemática y así realizar una revisión bibliográfica para definir la metodología a utilizar
- Desarrollar la propuesta de asignación de personas para las mesas de selección manual de la empresa.
- Desarrollar un procedimiento de ajuste de parámetros para el selector de defectos para mejorar su funcionamiento.
- Desarrollar un prototipo computacional para determinar la asignación de personas en el área de selección en base a las distintas variedades y calidades de fruta a procesar.
- Evaluar el impacto de las propuestas de mejora para así determinar su conveniencia en la implementación

### **1.5 Resultados tangibles esperados**

- Informe con el diagnóstico y análisis de la situación actual de la empresa.
- Informe con las soluciones propuestas para los problemas encontrados en el diagnóstico de la situación actual.
- Sistema de apoyo a las decisiones para la asignación de personal en el área de selección.
- Manual de uso para el sistema de apoyo a las decisiones.
- Informe de evaluación económica de proyecto.

# **Capítulo 2: Marco teórico y metodología**

*En este capítulo se presentan las principales herramientas de ingeniería que serán estudiadas para la realización del proyecto de mejoramiento. Además, se muestra la metodología utilizada como referencia para el desarrollo del proyecto.*

## 2 Marco Teórico y Metodología de solución

A continuación, se presenta el marco teórico que se utilizara para realizar el proyecto de mejoramiento. Este marco teórico está relacionado con herramientas de manufactura esbelta, control estadístico de procesos y diseño de *software*.

### 2.1 Herramientas manufactura esbelta

*Lean Manufacturing* o Manufactura Esbelta corresponde a un modelo de gestión del mejoramiento continuo al interior de una organización. Este tipo de modelo tiene su origen en el grupo Toyota en Japón durante la década de los 70, con el fin de competir con las empresas estadounidenses, que eran quienes lideraban el mercado automotriz.

Manufactura Esbelta es un proceso continuo y sistemático de identificación enfocado en el incremento de valor agregado en productos y servicios y en la reducción de desperdicio. De esta forma son 8 los tipos de desperdicios que se producen en los procesos de una organización. Estos son los siguientes (Hernández & Vizán, 2013):

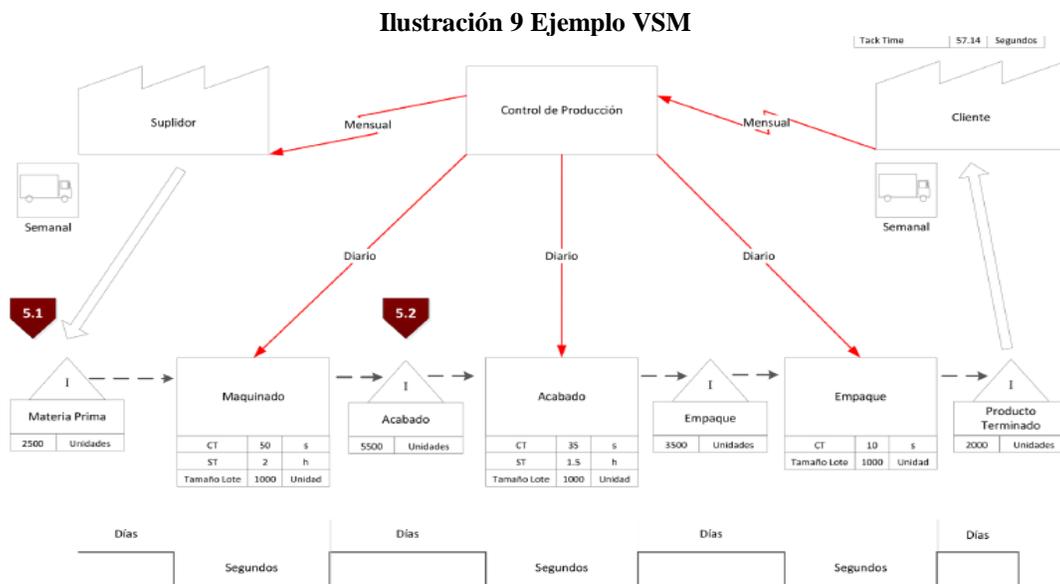
- Sobreproducción: este desperdicio ocurre cuando se produce más artículos de los requeridos por una orden de producción, de esta forma se aumenta así los niveles de inventario de productos terminados y los costos asociados a almacenarlos.
- Tiempos de espera: asociado a tiempos de espera debido a fallas de maquinarias o falta de materiales de producción.
- Sobre procesamiento: relacionado a la realización de procesos que son innecesarios o que no añadan valor al producto.
- Exceso de inventario: desperdicio asociado a altos niveles de inventario, ocasionando tiempos de espera extensos, obsolescencias, aumento de riesgos de daños en los productos, transporte y costos de almacenamiento.
- Movimientos innecesarios: asociado a movimientos de herramientas o trabajadores que no añaden valor al producto.

- Productos defectuosos: asociados a manufacturar productos que no cumplen las especificaciones de los clientes.
- Desaprovechamiento de la creatividad del empleado: asociado al no aprovechamiento de los conocimientos y capacidades del equipo de trabajo.
- Transporte: asociado al traslado de materiales o bienes que puede ser evitado.

### 2.1.1 VSM

El mapa de flujo de valor o VSM corresponde a una herramienta grafica que permite visualizar todo un proceso productivo, además del flujo de información y de materiales necesarias para la realización de un producto. Por otra parte, también permite identificar los principales problemas y desperdicios asociados al proceso productivo. En la Ilustración 9 se presenta un ejemplo de un mapa de flujo de valor para una empresa metalúrgica.

Esta herramienta será utilizada para la realización del diagnóstico para graficar y cuantificar la problemática surgida en el área de selección de la empresa de esta manera se presentará la relación de la problemática con los otros procesos productivos de la empresa. (Cabrera, s.f)



Fuente: (Quesada-Pineda, Buehlmann, & Arias, 2012)

## 2.2 Herramientas básicas de calidad

Este tipo de herramientas corresponden a un conjunto de técnicas que permiten realizar un análisis gráfico en una organización para así detectar posibles problemas y establecer soluciones a dichos problemas. Fueron elaboradas por Kaoru Ishikawa en su libro denominado “Control de calidad total” donde se presentan las 7 herramientas para dicho análisis. Estas herramientas son las siguientes (Ishikawa, 1991):

- **Diagrama causa efecto:** también denominado diagrama de espina de pez o Ishikawa, que consiste en una representación gráfica de un problema con el fin de determinar la causa raíz o las distintas causas que lo originan.
- **Hoja de registro:** corresponde a una herramienta de recopilación de datos que registra la frecuencia de ocurrencia de un determinado evento en estudio, para de esta manera cuantificar una problemática y analizar tendencias de la misma.
- **Grafica de control:** diagrama que muestra los valores obtenidos de una medición de una característica de calidad. En dicho diagrama se establece una línea central que sirve como valor objetivo del proceso y además se establecen límites de control superior e inferior para así determinar si un proceso está bajo control o no en base a su variabilidad.
- **Diagramas de flujo:** corresponde a una representación gráfica de un proceso mostrado paso a paso. Es utilizado para segmentar un proceso en las operaciones, actividades y movimientos necesarios para su realización.
- **Histograma:** es una representación de una determinada variable en estudio mediante un gráfico de barras, donde la superficie de cada barra tiene una relación proporcional a la frecuencia de los valores representados. Este tipo de herramientas permite mostrar el comportamiento de la variable a través del tiempo, para así identificar posibles tendencias en los datos.

- **Diagrama de Pareto:** corresponde a una representación gráfica utilizado para determinar las causas principales de un problema. En este diagrama se organizan las frecuencias de ocurrencias de las causas en forma descendente, de esta forma se expresa el principio de Pareto que define que el 20% de las causas producen el 80% de los problemas.
- **Diagrama de dispersión:** representación gráfica que permite observar la correlación entre dos variables y su intensidad de forma visual

### 2.3 Diseño de software

Estas herramientas corresponden a diagramas utilizados para el diseño lógico de un sistema computacional a desarrollar, de esta manera en dichas herramientas se detalla el funcionamiento del sistema en sí y además de que forma interactúa con diferentes usuarios o entidades al interior de una empresa (Kossiakoff, Sweet, Samuel, & Biemer, 2011).

- **Diagrama de contexto:** el diagrama de contexto de un sistema es una representación gráfica de todas las entidades externas que interactúan con un determinado sistema. En este diagrama se retrata el sistema en el centro, rodeado de todos los demás subsistemas, ambientes y actividades con las que interactúa.
- **Diagrama de nivel superior:** este tipo de diagrama muestra el funcionamiento y las relaciones que existe entre cada área y el sistema, incorporando además los respectivos horizontes de tiempo definidos por la empresa, es decir corto, mediano y largo plazo.

Estas herramientas de diseño de *software* serán utilizadas para el desarrollo del prototipo computacional del sistema de apoyo a las decisiones para el área de selección de la empresa. De esta manera mediante la realización de dichos diagramas se explicará el funcionamiento y la interacción del sistema con los potenciales usuarios del mismo.

### 2.4 Estudio de tiempos

El estudio de tiempos y movimientos corresponde a una herramienta de medición del trabajo nacida en el siglo XIX, con el fin de establecer un estándar de tiempo permisible para la

realización de una tarea determinada. El estudio de tiempos a su vez exige los siguientes requisitos para su realización (Meyers F. , 1999):

- Es necesario que el operario a estudiar domine a la perfección la técnica de la labor a estudiar.
- El método a estudiar debe haberse estandarizado
- El operador debe estar consciente de su evaluación, así como su supervisor.
- El analista debe estar capacitado y poseer todas las herramientas necesarias para el estudio.
- El equipo del analista debe consistir en al menos un cronometro, una planilla con el formato de estudio pre impreso y una calculadora.
- El analista de tiempo no debe en ningún momento ejercer presión sobre el operador.

Los principales objetivos del estudio de tiempos son: minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos, conservar los recursos y minimizar los costos. Con respecto a su metodología, esta es la siguiente:

- Seleccionar la operación o proceso objetivo del estudio de tiempos.
- Registrar todos los datos relacionados a las circunstancias en las que se realiza el trabajo.
- Examinar los datos registrados y el detalle de los elementos con sentido crítico.
- Medir la cantidad de trabajo de cada elemento, expresándola en tiempo.
- Compilar el tiempo estándar de la operación mediante un cronometro.
- Definir con precisión la serie de actividades y el método de operación a los que corresponde el tiempo computado y notificar que este será el tiempo estándar para las actividades.

El estudio de tiempos es una herramienta que será utilizado como información de entrada en la realización del sistema de apoyo a las decisiones del área de selección, ya que para

determinar las personas necesarias en cada en el área es necesario conocer sus capacidades y tiempos de producción.

## **2.5 Herramientas de diseño de sistemas de operaciones**

El diseño de instalaciones de manufactura se refiere a la organización de las instalaciones físicas de la compañía con el fin de promover el uso eficiente de los recursos, ya sea personal, maquinaria, equipos y energía. El diseño de instalaciones incluye la ubicación de la organización, el manejo de los materiales y la distribución de los centros de trabajo. Para el desarrollo de un sistema de operaciones existe en la actualidad una metodología sistemática que garantiza un buen resultado. Dicha metodología se presenta a continuación. (Meyers F. , 1999)

1. Determinar que se producirá: en base a un estudio de mercado se define que productos en específico se fabricaran.
2. Determinar cuánto se producirá por unidad de tiempo: considerando las necesidades del mercado mediante herramientas de marketing, se define cuantas unidades se crearán por unidad de tiempo como por ejemplo 100 unidades por día productivo
3. Determinar que se producirá y que se subcontrata: se define que partes del producto es más conveniente realizar y cuales es más conveniente comprar ya fabricadas.
4. Determinar cómo se fabricará: esta etapa se denomina planeación del proceso y consiste en detallar la lista de partes del producto y definir la relación existente entre cada insumo.
5. Determinar la secuencia de fabricación: consiste en definir las etapas y de qué forma se desarrollarán, es decir su secuencia para la realización del producto. Para esto se utilización herramientas de ingeniería como hojas de ruta y balanceo de la línea de ensamble.
6. Establecer el tiempo estándar de operación: corresponde a la definición del tiempo requerido en cada estación de trabajo para cumplir con sus requerimientos.

7. Determinar el número de personas y equipos para el sistema: se define el número de recursos necesarios en cada estación de trabajo para el cumplimiento de los requerimientos de producción. Para esto se debe conocer la tasa de la planta y el tiempo estándar de la operación.
8. Balancear las líneas de producción: consiste en dividir el trabajo entre los operadores según la tasa de la planta, para ello se recomienda que a cada uno se le asigne la misma carga de trabajo.
9. Estudiar patrones de flujo de material: con el fin de definir cuál es el más adecuado para el sistema. Para esto se utilizan herramientas como diagramas de flujo o graficas de proceso.
10. Determinar las relaciones entre actividades: se define la cercanía necesaria entre cada centro de trabajo y de apoyo para el correcto funcionamiento del sistema.
11. Determinar la distribución cada estación de trabajo y de la planta: En base a la información obtenida en la etapa anterior se desarrolla el *layout* de la empresa considerando los requerimientos de producción y administración del sistema.

De esta forma el diseño de sistema de operaciones además ayuda a determinar la cantidad necesaria de personas o equipos en un determinado proceso. Por lo que de la metodología presentada anteriormente se utilizaran las etapas 5 y 6 para definir el número de personas necesarias en un determinado proceso. Para esto se debe conocer la capacidad del proceso y la capacidad individual del equipo, de esta forma el número de personas o equipos del proceso está determinado de la siguiente manera:

$$N^{\circ} \text{ de equipos} = \text{Tasa de la planta} * \text{tiempo estandar de operacion}$$

Esta fórmula se utilizaría para determinar la cantidad de personas en general para el área de selección y además considerando la variedad procesada.

## 2.6 Evaluación económica

La evaluación económica de un proyecto corresponde a identificar, cuantificar y determinar los ingresos y egresos que se generen en el proyecto en estudio, durante un periodo establecido de tiempo, con el objetivo final de definir si la implementación del proyecto es conveniente o no para la empresa. Esta evaluación es realizada mediante el desarrollo de un flujo de caja sobre el cual se calculan indicadores económicos que determinan la rentabilidad del proyecto, el periodo de recuperación y su conveniencia de implementación. (Baca, 2010)

### 2.6.1 Valor actual neto

El valor actual neto también conocido como valor presente neto es un indicador financiero que permite calcular el valor presente de un número definido de flujos de cajas con valores futuros. Para esto se descuenta al momento actual (año 0 del proyecto) todos los flujos futuros del proyecto, de esta forma el proyecto es viable económicamente si tras realizar dicho procedimiento se generan ganancias. (Baca, 2010). La fórmula para calcular el valor actual neto de un proyecto es la siguiente:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Vt}{(1+k)^t} - I_0$$

Donde:

$Vt$ : flujos de caja en el periodo  $t$ .

$I_0$ : periodo inicial del proyecto.

$n$ : número de periodos considerados para la evaluación.

$k$ : tasa de interés del proyecto.

Con respecto a este proyecto la evaluación económica se realizará en la etapa final del proyecto con el fin de determinar la conveniencia de implementación de las propuestas de mejora.

## 2.7 Metodología de solución.

Una vez que se han definido las herramientas que se utilizarán a lo largo de este proyecto, se procede a definir la metodología a emplear para su desarrollo. Las principales actividades para la realización del proyecto son las siguientes:

### 1. Levantamiento de información:

- **Entrevistas con personal de la empresa:** mediante entrevistas al personal del área productiva se obtendrá información para definir la problemática.
- **Recolección de información:** se obtiene información de reportes actuales e históricos del área de producción.
- **Análisis de información:** una vez obtenida la información se procede a filtrar y determinar aquella que es relevante para así aplicar herramientas básicas de calidad y de *lean manufacturing*, con el fin definir y cuantificar la problemática.

### 2. Revisión bibliográfica:

- **Revisión del marco teórico:** se estudia las herramientas expuestas en el marco teórico con el fin de definir las propuestas de mejora.
- **Revisión de problemáticas similares:** se estudian problemas que abarcan problemáticas similares para así definir las propuestas de mejora.

### 3. Realización del estudio de tiempos:

- **Descripción de la operación:** se describe la operación a estudiar en realización a los movimientos necesarios para su realización.
- **Determinar número de ciclos a cronometrar:** en base a una muestra previa se determina el número de ciclos a registrar para así obtener una muestra significativa del estudio de tiempos realizado.
- **Registro de tiempos:** se registra los tiempos de la operación para el área en estudio.

- **Aplicar tolerancias:** se aplican distintas tolerancias para establecer que el tiempo obtenido sea práctico y alcanzable.
  - **Verificar mediciones:** se comprueban que el resultado obtenido es congruente con las condiciones actuales del proceso.
4. **Desarrollo de la propuesta de asignación según variedad y calidades de frutas:**
- **Determinar parámetros del modelo:** se definirán cuáles serán las variables que determinarán el número de personas a asignar en la propuesta de asignación.
  - **Determinar número de personas para el área de selección en general:** se calculará cuántas personas se necesitan para afrontar los requerimientos del proceso.
  - **Determinar número de personas para el área de selección según variedades:** se determinará la asignación de personas considerando las características de cada variedad.
  - **Realizar análisis de sensibilidad:** sobre la asignación propuesta se evaluarán distintos escenarios para determinar que variables afectan en mayor medida el número de personas en el área de selección
5. **Desarrollo del procedimiento de ajuste de parámetros:**
- **Definir información necesaria para el procedimiento:** mediante entrevistas con el operador y el proveedor del equipo se define la información necesaria para el procedimiento de ajuste de parámetros del equipo.
  - **Realizar propuesta de procedimiento de ajuste de parámetros:** mediante la información obtenida se realiza el procedimiento de ajuste de parámetros del selector de defectos.

**6. Desarrollo de prototipo computacional:**

- **Definir requerimientos del sistema:** se detallan los requerimientos funcionales y no funcionales del prototipo a desarrollar.
- **Desarrollar diagrama de contexto y de nivel superior:** en base a los requerimientos y al funcionamiento esperado del proyecto se desarrollan los diagramas con el fin de detallar su funcionamiento.
- **Desarrollar software:** mediante Visual Basic se realiza el prototipo computacional.
- **Evaluar funcionamiento del Software:** se evalúa que el funcionamiento del prototipo sea según lo definido en los requerimientos.

**7. Evaluación económica del proyecto:**

- **Evaluación de indicadores del proyecto:** en base a indicadores económicos como el VAN y la TIR se determina el impacto económico del proyecto
- **Análisis de sensibilidad del proyecto:** se analizan distintos escenarios mediante el cambio de valores en las variables más relevantes para determinar cómo afecta a la rentabilidad del proyecto.

Finalmente, en el Anexo 1 se detalla la carta Gantt del presente proyecto con la duración y secuencia de cada una de las actividades del mismo.

# Capítulo 3: Diagnóstico de la situación actual

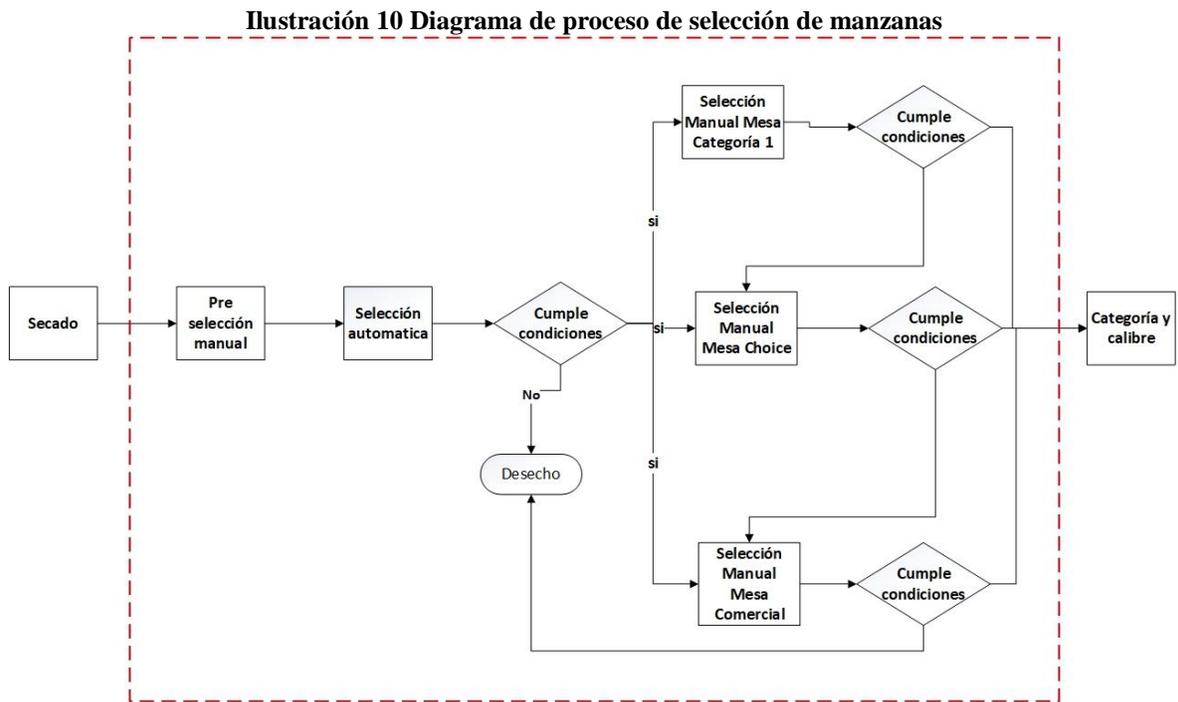
*En este capítulo se realiza el diagnóstico de la situación actual en relación a la problemática definido. Se comienza con la explicación del funcionamiento actual del área de selección, luego se detallan las principales causas del problema, además se aplican algunas de las 7 herramientas de calidad para graficar la problemática.*

### 3 Diagnóstico situación actual

A continuación, se presenta el diagnóstico de la situación actual de la empresa Andes Service S.A en relación al proceso de selección, lugar donde se origina la problemática. Para ello este capítulo comienza describiendo el proceso de selección. Luego se detallan la dotación de personal del proceso, la maquinaria y los productos procesados ya que son los principales recursos implicados en el proceso de selección de la fruta. Finalmente se utilizan herramientas básicas de calidad y de *lean manufacturing* en base a la información presentada en la descripción del proceso y de los recursos, para definir las causas que originan la problemática y determinar que propuestas de mejora se desarrollaran con el fin de solucionar la problemática.

#### 3.1 Descripción del área de selección

El área de selección de la empresa se encarga de seleccionar y clasificar las manzanas en 3 tipos según su calidad(categoría 1, choice y comercial), para realizar dicho procedimiento la selección se divide en 3: preselección, selección automática y selección manual, tal como se presentan en la Ilustración 10 , donde se detalla el diagrama del proceso en sí. A continuación, se detalla lo realizado en cada área de selección.



Fuente: Elaboración propia

- **Pre selección manual:** esta etapa es realizada por una operadora que se encarga de separar aquellas manzanas que poseen hojas en el tallo. Las manzanas apartadas son acumuladas para posteriormente eliminar las hojas del tallo y luego son reintegradas al flujo de la cinta transportadora.

**Ilustración 11 Área de preselección manual**



*Fuente: Elaboración propia*

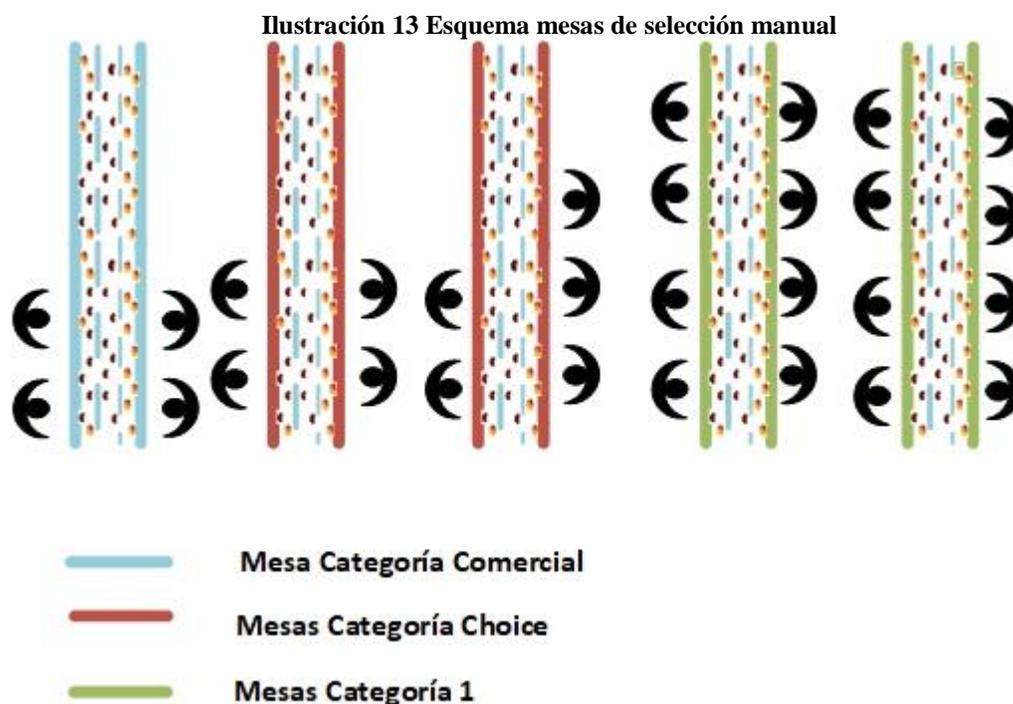
- **Selección automática:** después de la preselección se realiza la selección automática por un equipo especializado, este equipo captura 30 fotos por segundo de cada manzana que circula por la línea de producción para generar una imagen completa de la manzana y clasificarla según 3 parámetros: forma, color y tamaño. Dichos parámetros están previamente definidos en base a los requerimientos de selección que define cada usuario según sus necesidades.

Ilustración 12 Equipo de selección



Fuente: Elaboración propia

- **Selección manual:** esta etapa final del proceso de selección consiste en 5 mesas de clasificación que reciben la fruta según la clasificación generada por el selector automático. De esta forma las mesas de selección se dividen en 3 categorías: la primera corresponde a la categoría 1 y que recibe aquellas manzanas sin defectos por lo que son productos de exportación, la segunda corresponde a la categoría *choice* donde circulan manzanas con leves defectos de calidad, finalmente la última mesa corresponde a la mesa de categoría comercial, la cual recibe la fruta que poseen diversos defectos y que son destinadas al mercado nacional. En la Ilustración 13 se presenta una representación gráfica de la distribución de las mesas de selección manual.



*Fuente: Elaboración propia*

### 3.2 Dotación del área de selección manual

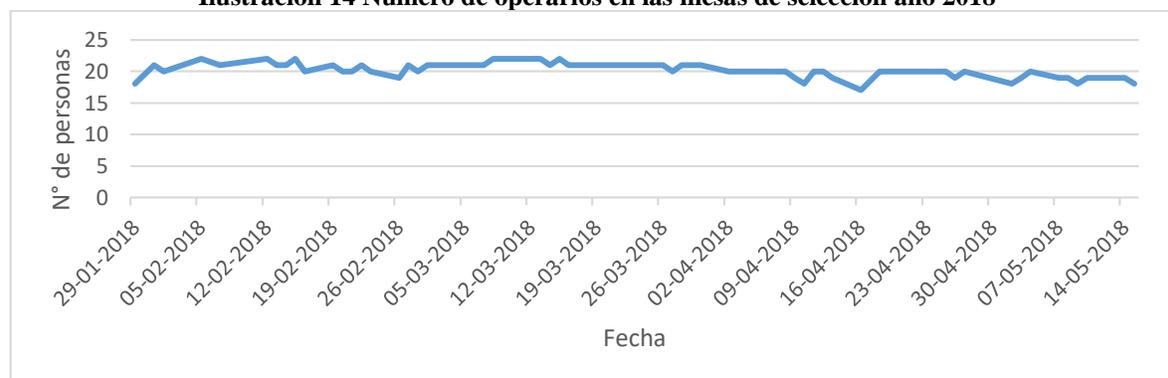
El área de selección manual de la empresa posee un personal variable, es decir no se posee un número fijo de operarios que realicen dicha labor. El rango sobre el cual varía la dotación es de 16-22 personas, siendo 20 el promedio de personas en el área. En la Ilustración 14 se puede observar la variabilidad de la dotación diaria que posee la organización durante el periodo comprendido entre enero y mayo de 2018, donde el máximo nivel de dotación corresponde a 22 personas durante el mes de febrero mientras que el mínimo corresponde a 16 personas durante el mes de mayo. Esta variabilidad en la dotación se explica debido a que no existe un personal fijo en el área, determinado en base a algún estudio del proceso, sino más bien la asignación se realiza en base a la asistencia diaria del personal lo que explica que un determinado día solo se trabaje con 16 personas en el área y otros con 22. Esta situación genera inconvenientes en los procesos posteriores ya que el área de selección manual se encarga de eliminar las manzanas que no cumplen con los requerimientos de calidad y además de corregir los errores de selección del selector, tal como se mencionó anteriormente, por lo que en el caso de poseer un número escaso de personas para los requerimientos del proceso se corre el riesgo de afectar la calidad del producto final ya que se embalaran

productos con defectos de calidad o mal seleccionados, y en el caso contrario es decir que existen demasiadas personas en el proceso se incurrirá en un costo adicional para la empresa.

En términos monetarios el costo actual de una operaria de selección mensual corresponde a \$345.000 aproximadamente, lo que indica que el costo de tener un personal de 22 personas en el área de selección es de \$7.590.000, mientras que para poseer un personal de 16 personas es de \$5.520.000 lo que indica una diferencia de \$2.070.000 mensuales solo aumentando en 6 el número de seleccionadoras.

De esta forma se puede afirmar que es necesario realizar una correcta asignación para el proceso de selección debido a la importancia del mismo en la calidad del servicio ofrecido y también para disminuir los costos del área productiva.

**Ilustración 14 Número de operarios en las mesas de selección año 2018**

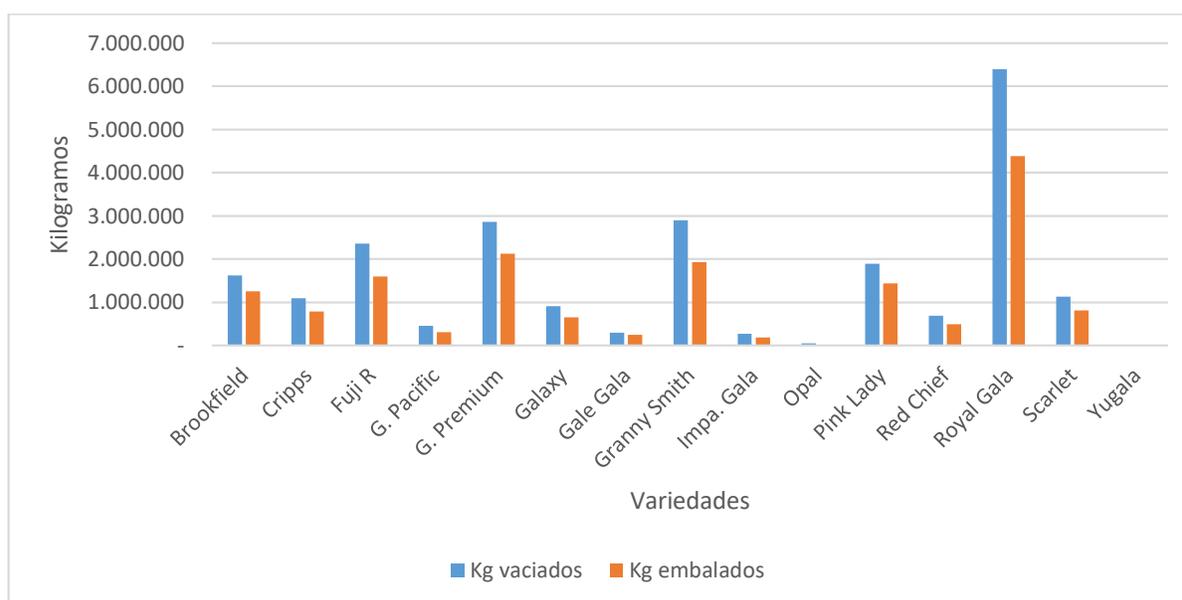


Fuente: Elaboración propia según datos obtenidos de Andes Service S.A

### 3.3 Productos

Andes Service realiza el servicio de Packing para distintas variedades de manzanas según los requerimientos de los clientes. La principal variedad procesada según su cantidad de kilogramos vaciados corresponde a Royal Gala, seguido de la Granny Smith y de la Gala Premium. En la Ilustración 15 se puede apreciar las variedades con mayor kilogramos vaciados y embalados, mientras que en la Tabla 1 se presenta en detalla los kilogramos vaciados, embalados y el porcentaje de embalado para cada variedad.

**Ilustración 15 Kilogramos embalados y vaciados según variedad**



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida de Andes Service S.A

**Tabla 1 Kg vaciados , embalados y porcentaje de embalado según variedad durante el año 2017**

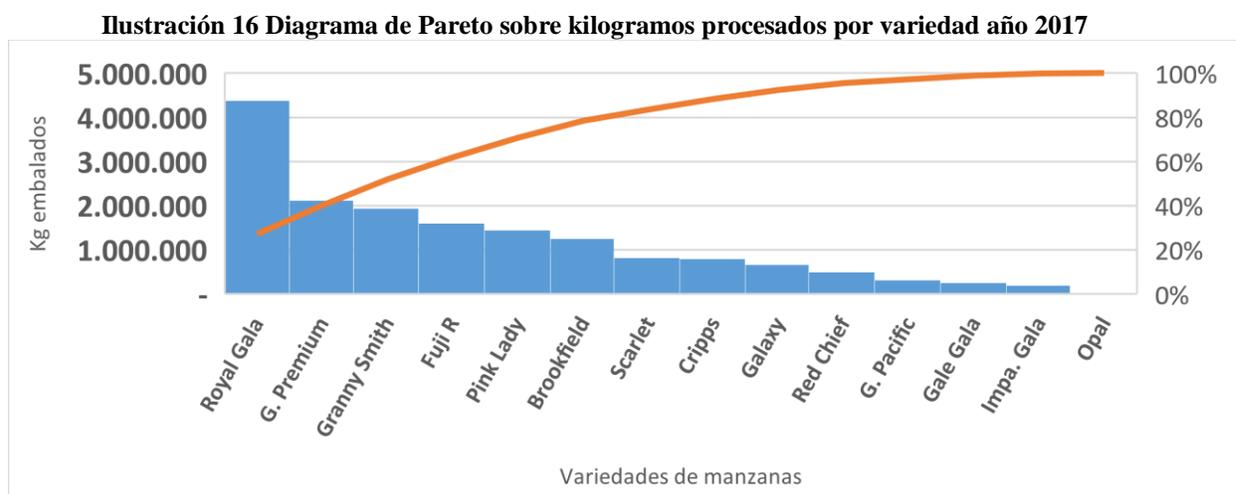
Variedad	Kg vaciados	Kg embalados	% Embalado
Gale Gala	299.446	243.464	81%
Brookfield	1.624.704	1.251.003	77%
Pink Lady	1.893.964	1.440.766	76%
G. Premium	2.865.002	2.120.095	74%
Cripps	1.096.643	790.008	72%
Scarlet	1.137.778	818.763	72%
Galaxy	908.693	653.308	72%
Red Chief	692.252	494.711	71%
Impa. Gala	272.989	187.572	69%
Royal Gala	6.389.876	4.385.077	69%
Fuji R	2.359.532	1.598.699	68%
Granny Smith	2.894.320	1.931.459	67%
G. Pacific	459.473	304.238	66%
Yugada	2.646	1.707	65%
Opal	51.797	6.151	12%

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida de Andes Service S.A

De esta forma al considerar toda la producción del año 2017 se puede deducir que durante dicho año existieron diferencias entre las variedades de frutas en relación a la calidad de la misma, es decir determinadas variedades presentan un mayor porcentaje de embalado por lo que poseen menos defectos de calidad. Por ejemplo, de la variedad Gala Gale se procesaron 299.446Kg durante el año 2017, de los cuales se embalaron 243.464Kg, es decir un 81% lo que indica que solo el 19% de la fruta poseía defectos. De esta forma las variedades que presentan una mayor calidad, (considerando su porcentaje de embalado) corresponden a la Gala Gale, Brookfield y Pink Lady, mientras que aquellas que poseen una menor calidad son la Granny Smith, Gala Pacific, Yugala y Opal. Con respecto a esta última su bajo porcentaje de embalado se justifica en que durante el año 2017 solo se procesó un lote de un productor de dicha variedad, por lo que considerando su bajo nivel kilogramos procesados, se considera que tal porcentaje no es representativo ni concluyente para afirmar que esa variedad presenta tal nivel de defectos.

Por otra parte, esta empresa no realiza una asignación de personas basándose en las diferencias en el porcentaje de defecto de cada variedad, ya que como se mencionó anteriormente una variedad Granny Smith posee mayores defectos que una Gala Gale por lo que la cantidad de manzanas que se deben sacar por parte de las seleccionadoras de las mesas es mayor en una que en la otra. Por ejemplo, si consideramos el flujo promedio de manzanas de la línea de producción que es de  $11.400 \frac{Kg}{Hora}$ , y además que el porcentaje de defectos la variedad Granny Smith de 33%, el flujo de manzanas que las operadoras de las mesas deben sacar corresponde a  $3.775,2 \frac{Kg}{Hora}$  para dicha variedad. Por otra parte el porcentaje de defectos de una variedad Gala Gale es de 19% por lo tanto el flujo de manzanas con defectos sobre el cual actúan las seleccionadoras es de  $2.166 \frac{Kg}{Hora}$ , lo que demuestra que la asignación de personas para el área de selección también debe considerar las diferencias existentes entre las variedades.

Finalmente en la Ilustración 16 se presenta un gráfico de Pareto que se indica el 20% de las variedades procesadas que generan el 80% de los inconvenientes según lo definido por el principio de Pareto. Dichas variedades corresponden a la Royal Gala, Gala Premium, Granny Smith, Fuji Raku Raku, Pink Lady y Brookfield.



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida de Andes Service S.A

### 3.4 Selector de defectos

El selector de defectos tal como se indicó anteriormente consiste en un equipo que selecciona y clasifica la fruta según color, tamaño y forma de la fruta. Para ello es necesario que cada variedad de fruta posea un programa establecido según sus propias características. Un programa de selección del selector de defectos debe poseer la siguiente información para realizar la clasificación.

- Mapa de colores: corresponde a los colores que posee cada variedad de fruta, de esta forma el selector de defectos compara los colores registrados en el mapa de colores con los de la fruta procesada para realizar la clasificación según los requerimientos del cliente.
- Mapa de defectos: corresponde a un mapa donde se registran los defectos de la variedad según dos tipos de ellos: defectos de color y defectos percibidos por el sensor infrarrojo.

Con respecto a los mapas de clasificación, cada uno (de defectos y de colores) debe tener los parámetros de corte de cada categoría (cat 1, comercial y choice). Por ejemplo, para una variedad roja se clasificará como manzanas categoría 1, solo a aquellas manzanas que arrojen un 89% de color rojo oscuro. De esta forma para realizar una modificación de los parámetros de corte es necesario validar que la modificación beneficia directamente a la selección, sino

debido a la complejidad del uso del selector se podrá generar un problema que afecte todo el proceso productivo.

De esta forma considerando que el proceso de selección automática es de gran importancia para el servicio de embalaje de fruta y considerando su complejidad, es necesario realizar un procedimiento para el ajuste de parámetros con el fin de mejorar los programas de selección del selector de defectos.

Por otra parte, la baja eficiencia del selector de defectos (en promedio 70%) en relación a lo que indica el proveedor del equipo (85-90%) se debe a que el equipo de selección posee dos limitaciones principales: la primera está relacionada a que el selector no logra visualizar cuando las manzanas poseen machucones débiles y moderados por lo que si una manzana posee este tipo de defectos será clasificada en una categoría incorrecta. El otro limitante del equipo corresponde a que tampoco logra visualizar aquellos defectos que se ubican en la zona del tallo (parte superior) y del cáliz (parte inferior) ya que el selector de defectos solo se preocupa de ubicar el cáliz y el tallo, ignorando los defectos que se encuentren a su alrededor.

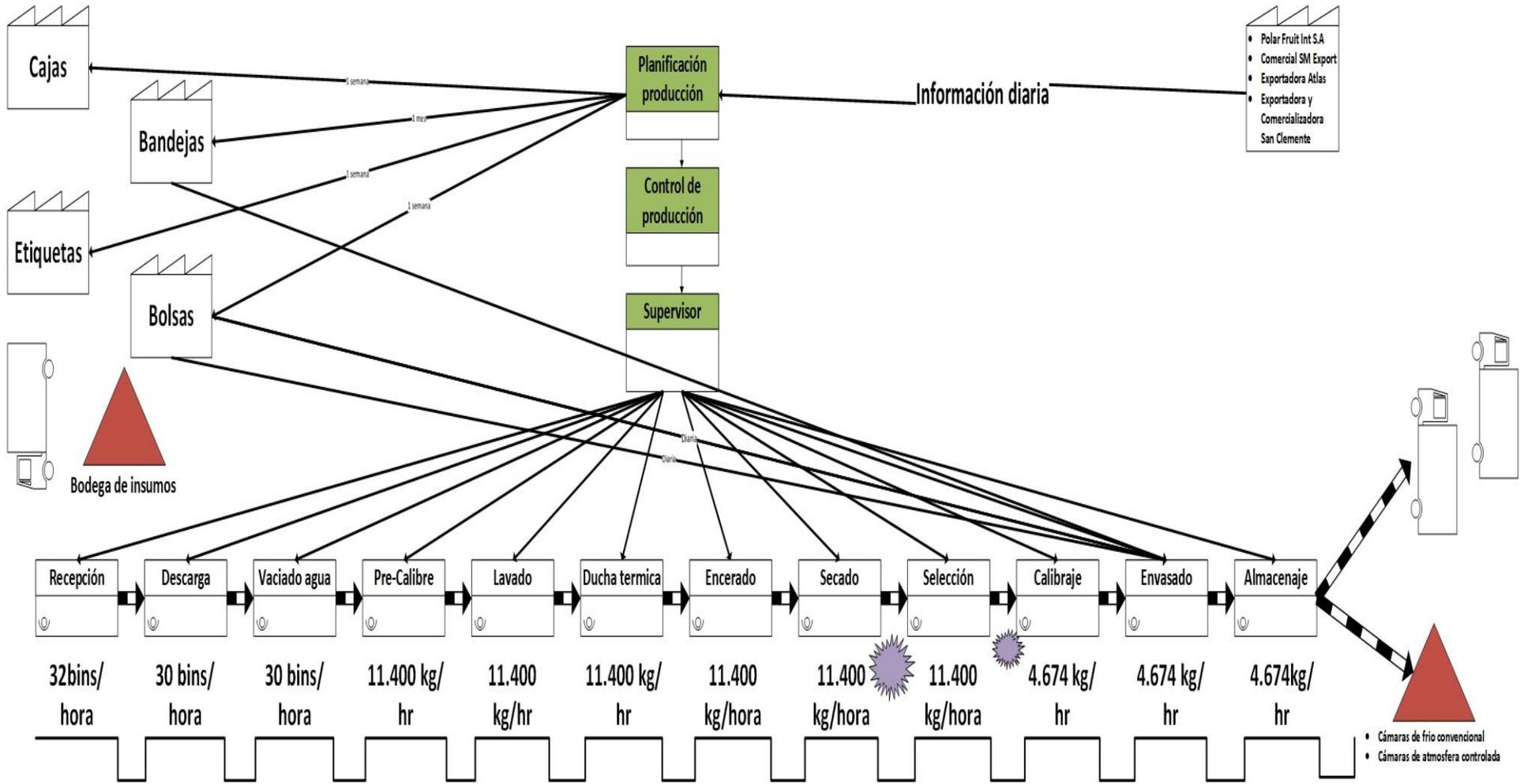
### **3.5 Mapa de flujo de valor**

A modo de análisis se presenta un diagrama de flujo de valor o VSM (derivado de su sigla en inglés *Value Streaming Mapping*). Dicho diagrama muestra tanto el flujo de información como de materiales necesarios para la elaboración de un producto (o prestación de un servicio en este caso). El proceso de producción comienza con la recepción de la fruta proceso que se realiza diariamente y para el cual el cliente avisa con dos días de anticipación él envió de sus productos a embalar. Luego de esto se gestiona diariamente la preparación de la producción para este pedido y se comienza a ingresar la fruta a la línea de producción. Con respecto a el abastecimiento existen distintos plazos para la coordinación y llegada de los pedidos, por ejemplo, para los insumos de cajas, etiquetas y bolsas, se coordina semanalmente el pedido mientras que para las bandejas se realiza de manera mensual.

Al observar dicho diagrama se puede determinar que la problemática surgida en el área de selección posee gran relevancia sobre la entrega del producto final ya que una

selección deficiente radica en la entrega de un producto que no cumple los estándares requeridos por los clientes, por lo tanto, posee un impacto directo sobre la entrega del producto final. De esta manera la problemática del área de selección debe ser solucionada para así mejorar el nivel de servicio que posee actualmente la empresa.

Ilustración 17 Diagrama flujo de valor (VSM) área de Packing Andes Service S.A

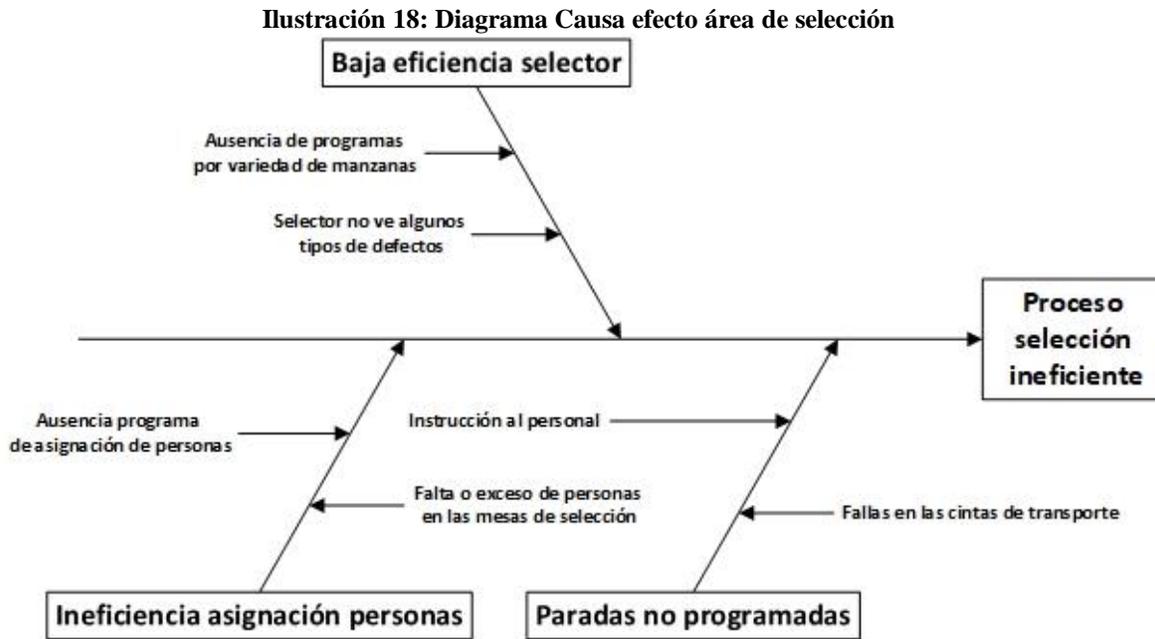


Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida de Andes Service

### 3.6 Diagrama de Ishikawa.

A continuación, se presenta el diagrama causa efecto para el área de selección. El principal problema que aborda el presente proyecto corresponde a que el proceso de selección presenta problemas en su realización ya que posee una eficiencia promedio de 68%, es decir de cada 100 manzanas procesadas, solo 65 son seleccionadas y clasificadas correctamente, lo que genera que deban ser corregidas mediante seleccionadoras manuales. Con respecto a esto las principales causas que generan este problema son las siguientes:

- **Mala asignación de personas:** esta situación se genera en la selección manual donde no existe un correcto estudio de las personas necesarias para las mesas de selección. El estudio de la asignación de personas para dicha área debe realizarse en base a el análisis de las condiciones de la fruta según la variedad, ya que existen ciertas variedades de frutas que poseen una mayor cantidad de determinados tipos de defectos.
- **Baja eficiencia selector:** la baja eficiencia del selector se debe principalmente a los limitantes que posee el equipo de selección: el primero corresponde a que no visualiza el defecto machucón y el segundo tiene relación a que ignora los defectos que se ubican en la zona cercana al tallo y al cáliz de la manzana.
- **Paradas no programadas:** esta situación se genera debido principalmente al pasar de un lote de producción a otro (denominada en Andes Service S.A como pk) lo que genera que la línea de producción deba detenerse para así gestionar el cambio.



Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida de Andes Services

### 3.7 Resultado del diagnóstico

A partir del análisis de la situación actual de la empresa se obtienen las siguientes conclusiones:

- Una de las principales causas de los problemas en el proceso de selección está relacionada con el recurso humano, en relación a esto dichos problema son generados debido a que los recursos no son asignados correctamente, es decir para su designación no se realizó un estudio de los requerimientos del proceso ni tampoco en base a las condiciones de los distintos tipos de manzanas. Por lo tanto, una correcta asignación de personas para el área de selección manual debe considerar en primer lugar las capacidades productivas de la empresa y además un estudio de los distintos tipos de variedades ya que tal como se presentó anteriormente existe relación entre las variedades y la cantidad de defectos presentes en la fruta.
- Con respecto a la baja eficiencia que posee el selector, esta se debe a los limitantes que posee el equipo y que fueron mencionados anteriormente. Por otra parte, los mapas de selección que utiliza el selector poseen diversos criterios de selección y

parámetros de corte que generan que el proceso que la modificación de dichos parámetros sea compleja y de gran importancia para realizar una correcta selección.

### **3.8 Conclusiones del diagnóstico**

Una vez determinada las principales causas que afectan el proceso de selección se puede establecer que propuestas de mejoras se realizaran para la mejora del proceso tal como está establecido en los objetivos del presente proyecto.

Para la problemática surgida en relación a la asignación de personal en el área de selección manual se realizará un sistema de apoyo a las decisiones mediante un prototipo computacional y que sirva de apoyo al jefe planta y supervisores para la determinación de la cantidad de personas necesarias en cada mesa de selección considerando diversas variables como la variedad de la fruta procesada, la eficiencia del selector y la capacidad de proceso.

Con respecto al selector de defectos se realizará una propuesta de ajuste de parámetros para el equipo con el fin de estandarizar el proceso y mejorar el funcionamiento del equipo considerando las limitantes que posee.

# Capítulo 4: Estudio de tiempos en el área de selección manual

*En este capítulo se presenta el desarrollo del estudio de tiempos realizado en el área de selección manual de la línea manzanas. Para ello primero se explica la metodología a utilizar, luego se explica el proceso de selección manual y finalmente se presentan los resultados del estudio de tiempo desarrollado.*

## **4 Estudio de tiempos**

El estudio de tiempos que se realiza en este capítulo, pretende definir el tiempo estándar de operación para la operación de selección manual de manzanas en las distintas mesas (categoría 1, choice y comercial), de esta manera se utilizara dicho tiempo para definir el número de personas necesarios para el área de selección manual.

### **4.1.1 Paso 1: Selección del trabajo a estudiar**

Tal como se ha mencionado en los capítulos anteriores la problemática que aborda el presente proyecto de mejoramiento se ubica en el área de selección. En dicha área se estudiará específicamente el proceso de selección manual en las distintas mesas de selección según calidad de fruta. Es decir, se estudiará el tiempo de operación de selección manual para posteriormente definir la cantidad necesaria de operarios en cada mesa de selección según variedad de manzanas a procesar.

### **4.1.2 Paso 2: Descripción de la operación**

La operación de selección de frutas es realizada por operarias que se ubican al costado de la mesa de selección sobre la cual circulan las manzanas. Para realizar la selección las operarias se mantienen en posición erguida y de pie, y utilizando sus manos cogen la fruta que no cumple con los parámetros de cada mesa, la visualizan acercándola a sus ojos a una distancia cercana a su torso y en el caso de que efectivamente no cumpla los parámetros la fruta es retirada. En algunos casos cuando los defectos son más graves y notorios el retiro de la fruta se realiza de inmediato, es decir sin la confirmación de acercamiento visual. Dichos movimientos realizados en la selección pueden dividirse en los siguientes:

1. Tomar la fruta de la mesa
2. Visualizar fruta seleccionada
3. Mover la fruta hacia el deposito
4. Depositar el fruto
5. Dirigir la mano nuevamente a la mesa de selección

Cabe destacar que los defectos y manzanas que se retiran varían según el tipo de mesa a seleccionar, ya que la calidad de las manzanas que circula difiere entre una y otras.

Las manzanas que circulan por la mesa categoría 1 corresponden a las manzanas con la mayor calidad, es decir la manzana no debe poseer ningún tipo de defecto de condición ni de calidad, por lo tanto, en el caso de circule una manzana con algún tipo de defecto, este es retirado y enviado a la mesa de categoría choice para ello se debe tomar la manzana y depositarla en una cinta de transporte que envía las manzanas hacia la mesa de dicha categoría.

Por otra parte, el flujo de manzanas que pasa por la mesa categoría choice corresponde a las manzanas que poseen defectos leves de condición (como variaciones en el color), por lo que si una manzana no posee defectos debe ser retirada y enviada a la mesa de categoría 1, o también si circula alguna manzana con defectos graves (como machucón o russet) es enviada a la mesa de categoría comercial.

#### **4.1.3 Paso 3: Determinar el número de ciclos a cronometrar**

Para determinar el número de ciclos a registrar se debe obtener una muestra previa de 30 registros de las mesas de selección. De esta manera el número adecuado de mediciones esta denotado por la siguiente formula: (Niebel & Andris, 2008)

$$n = \left\{ \frac{t * s}{k * \bar{x}} \right\}^2$$

Donde:

n: número de observaciones del estudio de tiempos.

t: valor t student nivel de confianza 95%

k: probabilidad error aceptada

$\bar{x}$ : promedio tiempos preliminares

Para el registro de las observaciones preliminares y el estudio de tiempos se registrará el tiempo que demora un operador en seleccionar 10 manzanas que fluyen por la mesa de selección. De esta forma, el registro de las observaciones preliminares se presenta en la Tabla 2.

**Tabla 2: Muestras de tiempos de estudio preliminar**

TIEMPOS PRELIMINARES REGISTRADOS									
21,53s	26,97s	25,54s	19,56s	18,31s	19,48s	23,86s	21,70s	21,61s	19,10s
19,86s	14,79s	22,24s	20,50s	19,03s	21,63s	16,69s	13,82s	18,66s	15,44s
22,60s	19,87s	23,36s	27,57s	18,81s	25,16s	29,31s	21,69s	16,63s	19,69s

Fuente: Elaboración propia

$$N = \left( \frac{40 * \sqrt{30 * 13.418,69 - 390.637,5}}{625,01} \right)^2 = 48,83 \approx 49 \text{ observaciones}$$

#### 4.1.4 Paso 4: Registro de tiempos

Para la realización del registro de tiempos se determinó que la mejor herramienta para su apoyo era la grabación de la actividad debido a que los tiempos de operación son pequeños por lo tanto mediante un apoyo audiovisual el procedimiento de medición se realiza de mejor manera. De esta forma los tiempos obtenidos en la medición son los siguientes:

**Tabla 3 Registros de tiempos área selección manual**

TIEMPOS REGISTRADOS									
15,43s	14,03s	18,1s	21,39s	19,65s	20,9s	18,7s	21,81s	18,14s	19,95s
13,84s	14,07s	21,8s	15,28s	14,22s	21,92s	18,85s	21,18s	19,4s	17,05s
15,25s	21,58s	14,34s	16,12s	18,05s	19,36s	13,2s	13,89s	19,08s	18,12s
16,39s	23,90s	23,98s	16,98s	22,78s	23,68s	25,19s	18,28s	22,16s	25,83s
24,51s	16,94s	24,45s	20,18s	18,67s	20,12s	18,87s	22,50s	18,53s	23,66s

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, el tiempo promedio de operación obtenido es de 19,24s para extraer 10 manzanas del flujo de la mesa.

#### 4.1.5 Paso 5: Aplicar tolerancias:

Las tolerancias corresponden a tiempos añadidos al tiempo normal de operación con el fin de establecer que el estándar de tiempo sea practicable y alcanzable. Se consideran 3 tipos de categorías de tolerancias.

- 1) Personales: corresponde al tiempo que se concede a un operador para asuntos personales como hablar con sus compañeros, dirigirse al baño, beber agua o algún otro asunto no relacionado con su labor. Se considera un tiempo personal apropiado del 5% del día productivo es decir 24 minutos diarios.
- 2) Fatigas: tiempo que se le concede al operador para que logre recuperarse de su labor. Se considera como tolerancia mínima aceptada un valor del 5% del día de trabajo y se le debe agregar un adicional en el caso de que la operación implica la aplicación de una carga física. En el caso de la operación de selección manual se considerará solo el 5% mínimo de fatiga debido a que la actividad no implica la utilización de un gran esfuerzo físico, de esta forma el tiempo por fatigas corresponde a 24 minutos diarios.
- 3) Retrasos: se considera cuando ocurre algún imprevisto en la actividad productiva., este tipo de toleraciones están fuera del alcance del operador por lo tanto se consideran como inevitables por ejemplo la espera por material, ruptura de los equipos, trabajo sindical, etc. Para este caso de estudio se considerará un 5% del tiempo de trabajo diario es decir 24 minutos.

$$\begin{aligned} & \textit{Tiempo estandar de operacion} \\ & = \textit{promedio tiempos registrados} + \textit{tolerancias} \end{aligned}$$

$$\textit{Tiempo estandar de operacion} = 19,24 + 15\% * 19,24 = 22,12s$$

De esta forma el tiempo estándar para la selección de 10 manzanas corresponde a 22,126s.

#### **4.1.6 Paso 5: Verificar mediciones:**

Para la verificación de los datos se procede a revisar que sean consistentes es decir que el tiempo medido sea alcanzable por los operarios del área de selección. Para ello se procede a presentar dichos datos al ingeniero de planta de la empresa quien confirma que las mediciones registradas corresponden a la situación real del área de la selección manual.

#### **4.2 Tiempo estándar de operación obtenido**

De esta forma a partir del estudio de tiempos aplicado sobre los operarios del área de selección manual se concluye que el tiempo corresponde a 22,126 para seleccionar 10 manzanas o 2,21 por cada manzana. Finalmente, se reitera que dicho tiempo obtenido será utilizado como parámetro para el cálculo del número de personas en el área de selección manual.

# **Capítulo 5: Propuesta de asignación de personal**

*En este capítulo se presenta una propuesta de asignación de personal para el área de selección en general y además considerando cada variedad procesada. Para ello se utiliza el tiempo estándar de operación obtenido en el estudio de tiempos, y el flujo del proceso considerando la información que posee la empresa.*

## 5 Propuesta de asignación de personal

La propuesta de asignación de personal se realiza considerando la información de la producción de la empresa durante el año 2018, en relación a dicha información se realiza la asignación según variedad y calidad de fruta a procesar.

### 5.1 Parámetros relevantes

A continuación, se muestran los principales parámetros y su respectivo cálculo, necesarios para el desarrollo de la propuesta de asignación de personal.

#### 5.1.1 Flujo principal

El flujo principal de manzanas corresponde a todas las manzanas que atraviesan por el proceso de selección manual. Según el tipo de variedad procesada el flujo principal difiere ya que algunas variedades difieren en sus características como el peso o calibre. En la Tabla 4 se presentan los flujos principales de cada variedad procesada considerando la información de la producción del año 2018.

**Tabla 4 Flujos principal por variedad año 2018**

Variedad	Flujo principal en bins/hr	Flujo principal en Kg/hr
Fuji Raku Raku	25	9.357
Granny Smith	27	10.157
Pink Lady	21	8.044
Brookfield	26	9.969
Gala Pacific	31	11.685
Gala Premium	25	9.523
Galaxy	26	9.929
Imperial Gala	31	11.742
Red Chief	26	9.909
Royal Gala	26	10.065
Scarlett	30	11.548
Super Chief	33	12.667

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida de Andes Service S.A

#### 5.1.2 Flujo por cada mesa de selección

El flujo principal presentado anteriormente se divide en cada una de los tres tipos de mesas de selección (categoría 1, choice y comercial), de esta forma para obtener el flujo de cada una de ellas es necesario considerar la distribución categórica que corresponde a la

distribución del flujo principal en cada una de las mesas de selección, esta distribución categoría se obtiene a partir de los registros del área de control de calidad quienes registran en sus mediciones diarias esta información a partir de los reportes del selector de defectos que indica que porcentaje de fruta es enviada a cada una de las distintas categorías es decir la distribución categórica. En la Tabla 5 se presenta la distribución categórica según cada variedad considerando la información de la producción del año 2018.

Finalmente, el flujo por cada mesa de selección se obtiene multiplicando la distribución categórica por el flujo principal de cada variedad, el resultado de esta operación se presenta en la Tabla 6.

**Tabla 5: Distribución categórica por variedad 2018**

<b>Variedad</b>	<b>Distribución Cat 1</b>	<b>Distribución Choice</b>	<b>Distribución Comercial</b>	<b>Total</b>
<b>Fuji Raku Raku</b>	51%	35%	13%	100%
<b>Gala</b>	57%	32%	12%	100%
<b>Granny Smith</b>	60%	31%	9%	100%
<b>Pink Lady</b>	81%	13%	6%	100%
<b>Brookfield</b>	67%	24%	9%	100%
<b>Gala Pacific</b>	75%	12%	14%	100%
<b>Gala Premium</b>	74%	17%	10%	100%
<b>Galaxy</b>	77%	16%	7%	100%
<b>Imperial Gala</b>	85%	11%	4%	100%
<b>Red Chief</b>	53%	33%	14%	100%
<b>Royal Gala</b>	66%	23%	11%	100%
<b>Scarlett</b>	57%	36%	7%	100%
<b>Super Chief</b>	57%	36%	7%	100%

*Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del área de control de calidad*

**Tabla 6: Flujo en Kg/hr de cada mesa de selección manual según variedad 2018**

Variedad	Flujo Cat 1	Flujo Choice	Flujo Comercial
Fuji Raku Raku	4.803	3.558	1.262
Granny Smith	6.100	3.113	944
Pink Lady	6.766	1.046	444
Brookfield	6.662	2.409	897
Gala Pacific	8.764	1.344	1.577
Gala Premium	7.010	1.604	908
Galaxy	7.685	1.569	675
Imperial Gala	9.981	1.292	470
Red Chief	5.252	3.255	1.657
Royal Gala	6.625	2.348	1.108
Scarlett	6.624	4.110	852
Super Chief	7.266	4.508	935

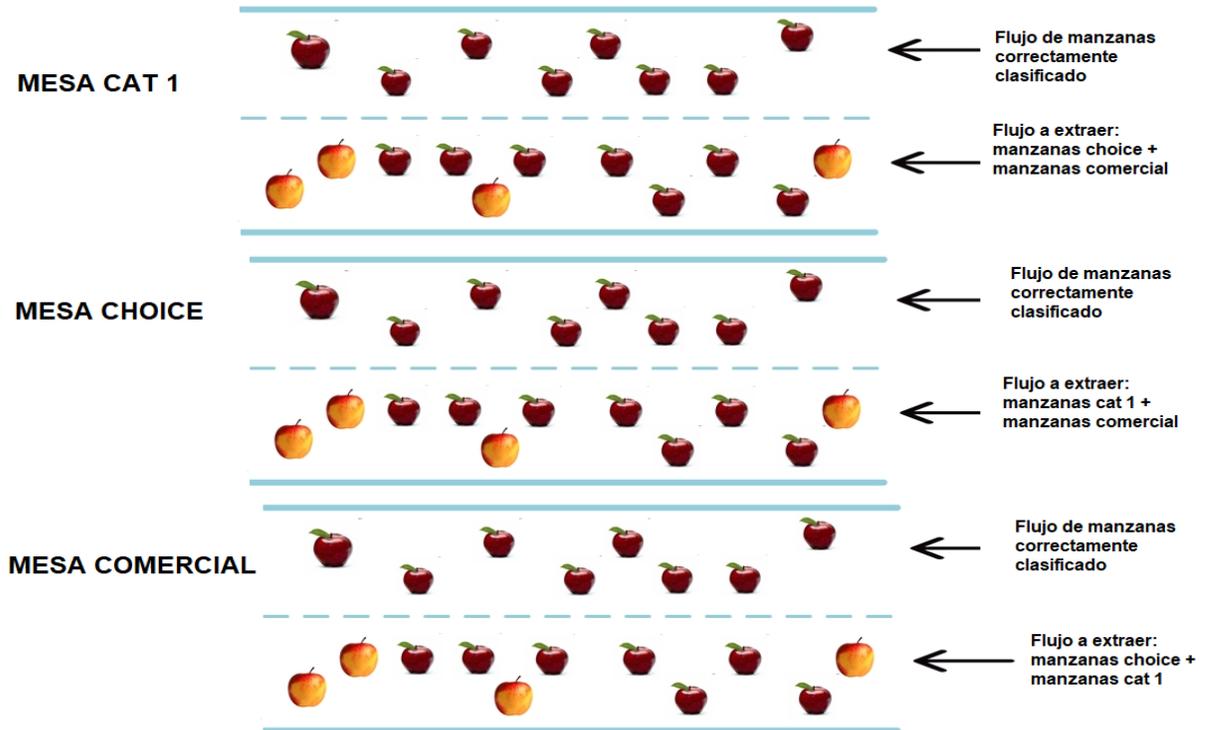
*Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida del área de control de calidad*

### 5.1.3 Flujo a extraer

Los flujos a extraer por parte de las seleccionadoras corresponden a aquellas manzanas que han sido incorrectamente clasificadas por el selector de defectos, de esta forma para cada mesa el flujo difiere, esto quiere decir que el flujo de cada mesa de selección está compuesto de la siguiente manera:

- Flujo a extraer mesa categoría 1: corresponden a aquellas manzanas que atraviesan por esa mesa de selección que son categoría choice y comercial.
- Flujo a extraer mesa categoría choice: corresponden a aquellas manzanas que atraviesan por esa mesa y son categoría 1 y comercial.
- Flujo a extraer categoría comercial: corresponden a aquellas manzanas que atraviesan por esa mesa y son categoría 1 y choice.

Ilustración 19: Esquema del flujo en las mesas de selección



Fuente: Elaboración propia

Por esta razón para determinar el flujo a extraer de cada mesa es necesario obtener el porcentaje de manzanas incorrectamente clasificado de cada mesa de selección por variedad, dicho porcentaje se obtiene de las mediciones de la eficiencia del selector que registran diariamente el número de manzanas incorrectamente clasificada por cada mesa (es decir la ineficiencia del selector). En la Tabla 7 se presenta el porcentaje de ineficiencia del selector según variedad y tipo de mesa de selección.

**Tabla 7 Porcentaje de ineficiencia del selector según variedad y mesa de selección manual**

Variedad	Ineficiencia selector cat 1	Ineficiencia selector mesa choice	Ineficiencia selector mesa comercial
Fuji Raku Raku	35%	40%	5%
Granny Smith	39%	42%	14%
Pink Lady	33%	53%	5%
Brookfield	39%	58%	8%
Gala Pacific	21%	28%	17%
Gala Premium	30%	38%	8%
Galaxy	26%	44%	4%
Imperial Gala	25%	36%	10%
Red Chief	29%	32%	5%
Royal Gala	35%	42%	11%
Scarlett	31%	33%	7%
Super Chief	35%	43%	22%

Fuente: Elaboración propia

Para obtener el flujo a extraer por cada mesa de selección y variedad se debe multiplicar la ineficiencia del selector por el flujo de cada mesa de selección (presente en la Tabla 6), de esta forma el resultado de dicha operación se obtiene en la Tabla 8.

**Tabla 8: Flujo a extraer por cada mesa de selección y variedad en kg/hr**

Variedad	Flujo a extraer mesa Cat 1	Flujo a extraer mesa Choice	Flujo a extraer mesa Comercial
Fuji Raku Raku	1.687	1.422	58
Granny Smith	2.357	1.320	135
Pink Lady	2.237	549	21
Brookfield	2.609	1.393	73
Gala Pacific	1.840	376	260
Gala Premium	2.098	607	68
Galaxy	2.029	693	27
Imperial Gala	2.445	465	45
Red Chief	1.499	1.044	87
Royal Gala	2.348	985	125
Scarlett	2.045	1.347	57
Super Chief	2.567	1.916	206

Fuente: Elaboración propia

### 5.1.4 Tasa estándar de operación

La tasa estándar de operación corresponde a la cantidad de manzanas que cada operario puede extraer de la mesa. Para obtener dicha tasa se utiliza el tiempo estándar de operación obtenido mediante el estudio de tiempos. De esta forma la tasa estándar de operación de cada operario es la siguiente:

$$Tasa\ estandar\ de\ operación = \frac{1}{tiempo\ estandar\ de\ operación}$$

$$Tasa\ estandar\ de\ operación = \frac{1}{2,21 \frac{Seg}{Mz}}$$

$$Tasa\ estandar\ de\ operación = 0,452 \frac{Mz}{Seg}$$

Luego para facilitar los cálculos posteriores la tasa estándar de operación se traspasa a unidad de  $\frac{Kg}{Hora}$ , para esto se considera el peso promedio de manzanas procesado por la empresa, que es de 0,18Kg.

$$Tasa\ estandar\ de\ operación = 0,452 \frac{Mz}{Seg} * 3600 \frac{Seg}{Hr} * 0,18 \frac{Kg}{Mz} = 292,896 \frac{Kg}{Hr}$$

### 5.2 Cálculo de personas en el área de selección manual

Una vez definido el flujo de manzanas a extraer y el tiempo estándar de operación para el área de selección es posible determinar el número de personas para el área de selección manual. De esta forma el número de personas para cada mesa de selección se define de la siguiente manera:

$$Numero\ de\ operarios\ de\ selección = \frac{Flujo\ a\ extraer(\frac{Kg}{hr})}{Tasa\ estandar\ de\ operación(\frac{\frac{Kg}{hr}}{Operario})}$$

### 5.3 Propuesta de asignación de personas para el área de selección

A continuación en la Tabla 9 se presenta la propuesta de asignación en general y considerando las variedades procesadas para el área de selección manual, de esta forma se puede observar que el número mínimo de personas se presenta en la variedad Gala Pacific con un total de 9 personas mientras que el mayor número de personas se presenta en la variedad Brookfield con un total de 17 personas.

**Tabla 9 Asignación de personas propuesta para el área de selección manual en base a datos de la temporada 2018**

Variedad	CAT 1	CHOICE	COMERCIAL	TOTAL
Fuji Raku Raku	8	7	1	16
Granny Smith	9	5	1	15
Pink Lady	12	3	1	16
Brookfield	10	5	1	16
Gala Pacific	6	2	1	9
Gala Premium	9	3	1	13
Galaxy	9	3	1	13
Imperial Gala	8	2	1	11
Red Chief	7	5	1	13
Royal Gala	10	5	1	16
Scarlett	8	5	1	14
Super Chief	8	6	1	15

*Fuente: Elaboración propia*

De esta forma para determinar el número de personas necesarias en el área de selección manual para la temporada 2019 en base a la información de la temporada anterior, es necesario considerar el máximo número de personas obtenido de la propuesta considerando todas las variedades y además una holgura de personal debido al gran nivel de ausentismo que existe en dicha área. Dicho nivel de ausentismo se calcula considerando la asistencia a la planta durante la temporada 2018. De esta forma el número de personas necesarios para la siguiente se determina de la siguiente manera:

$$\text{Número personas temporada 2019} = \max(\text{propuesta}) + \text{Holgura por ausencia}$$

*Número personas temporada 2019 = 16 + 16 \* 18%*

*Número personas temporada 2019 = 19 personas*

## **5.4 Modelo de asignación de personas para el área de selección**

Al considerar la propuesta de asignación desarrollada anteriormente es posible determinar el siguiente modelo de asignación de personas en base principalmente al flujo a extraer y la tasa estándar de operación.

$$N_{i,j} = \frac{Fp_j * Dc_{i,j} * Is_{i,j}}{Te}$$

Donde:

$N_{i,j}$ : número de personas para el área de selección manual de la variedad j procesada en la mesa i.

$Dc_{i,j}$ : distribución categórica de la variedad j en la mesa i.

$Is_{i,j}$ : ineficiencia del selector de la variedad j en la mesa i.

$Te$ : tasa estándar de operación de las seleccionadoras.

### **5.4.1 Análisis de sensibilidad del modelo de asignación propuesto**

Debido a que el flujo a extraer por cada mesa de selección depende del funcionamiento del selector de defectos, el análisis de sensibilidad se realizara en base a la eficiencia de dicho equipo.

#### **Escenario actual:**

- Ineficiencia del selector de 33%: dicha ineficiencia corresponde a la condición actual del equipo y que genera un promedio de 16 personas, de las cuales la distribución es de 10 personas en la mesa categoría 1, 5 a la mesa categoría choice y 1 a la mesa categoría comercial.

### **Escenarios pesimistas**

- Ineficiencia del selector de 43%: con dicha condición el número de personas propuesto para la selección manual corresponde a 17 personas de las cuales 11 corresponden a categoría 1, 4 corresponden a choice y 2 a comercial.
- Ineficiencia del selector de 53%(valor obtenido durante el 14 de marzo de 2018): el número de personas en total sube a 21 personas de las cuales 14 son asignadas a la mesa categoría 1, 5 a mesa categoría choice y 2 a mesa categoría comercial.
- Ineficiencia del selector de 63%(valor mínimo histórico obtenido): con dicha condición el número de personas en total para el área de selección manual propuesto corresponde a 26 personas, de las cuales 17 son asignadas a la mesa categoría 1, 6 a la mesa categoría choice y 3 a la mesa categoría comercial.

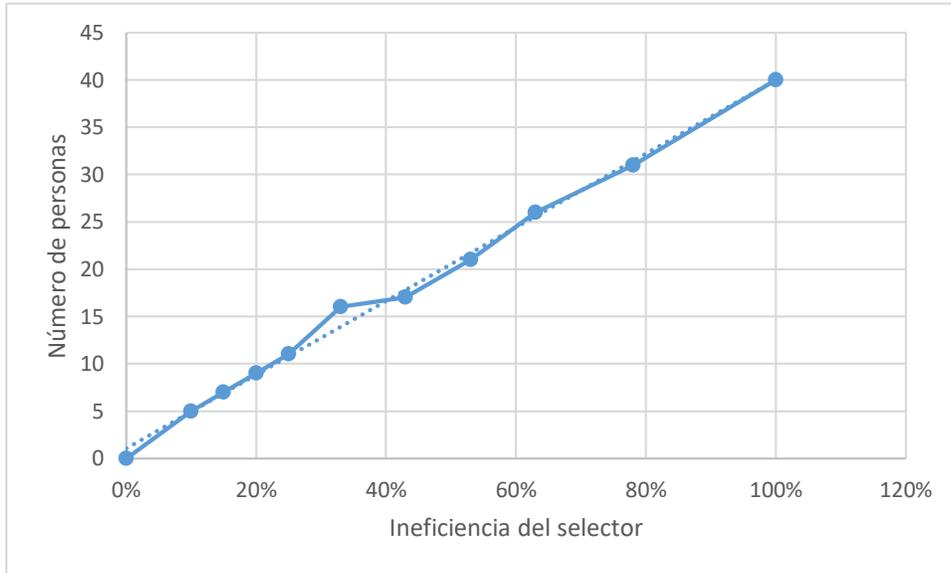
### **Escenarios optimistas**

- Ineficiencia del selector de 15%: dicha condición corresponde al mejor escenario para el funcionamiento del equipo. Con tal porcentaje de ineficiencia el número de personas para el área de selección propuesto corresponde a 7 personas de los cuales 4 deben ser asignados a la mesa Categoría 1, 2 a la mesa Categoría Choice y 1 a la mesa Categoría Comercial.
- Ineficiencia del selector de 25%: dicho nivel de operación del selector corresponde a un nivel deseado por la empresa, ya que corresponde a una mejora del 8% con respecto al promedio actual de operación. Frente a dicho escenario se propone una asignación de 7 personas en la mesa Categoría 1, 3 en la mesa Categoría Choice y 1 en la mesa comercial totalizando 11 personas.

De esta forma en la Ilustración 20 se presenta la relación entre la ineficiencia del selector y el número de personas obtenido, donde con un nivel de ausencia del selector( es decir un nivel de ineficiencia del 100%) se obtiene un total de 40 seleccionadoras. Por otra parte, de dicha grafica se obtiene una función de regresión lineal denotada por la siguiente expresión:

$$\text{Número de personas} = 1,064 + 38,932 * \text{Ineficiencia selector}$$

**Ilustración 20:** Número promedio de seleccionadoras según ineficiencia del selector



*Fuente: Elaboración propia*

# **Capítulo 6: Procedimientos de operación diaria del equipo**

*En este capítulo se desarrollan los procedimientos para el ajuste de parámetros y además el resultado de una planilla de registro de las muestras de selector que se propone utilizar.*

## **6 Procedimiento de ajuste de parámetros**

Actualmente al área de control de calidad realiza dos muestreos diarios en las mesas de selección para monitorear el funcionamiento del selector y los defectos presentes para cada variedad de manzanas, de esta forma a partir de dichas muestras es posible determinar si el equipo de selección cumple con la tolerancia de error de cada mesa de selección. En el caso de que una muestra entregue malos resultados, estos se le informan a la supervisora de packing y al operador del equipo para que se modifique el programa de selección utilizado con el fin de mejorar la selección del equipo, pero no se vuelve a realizar un nuevo muestreo para determinar si el ajuste del programa de selección genero una mejor selección.

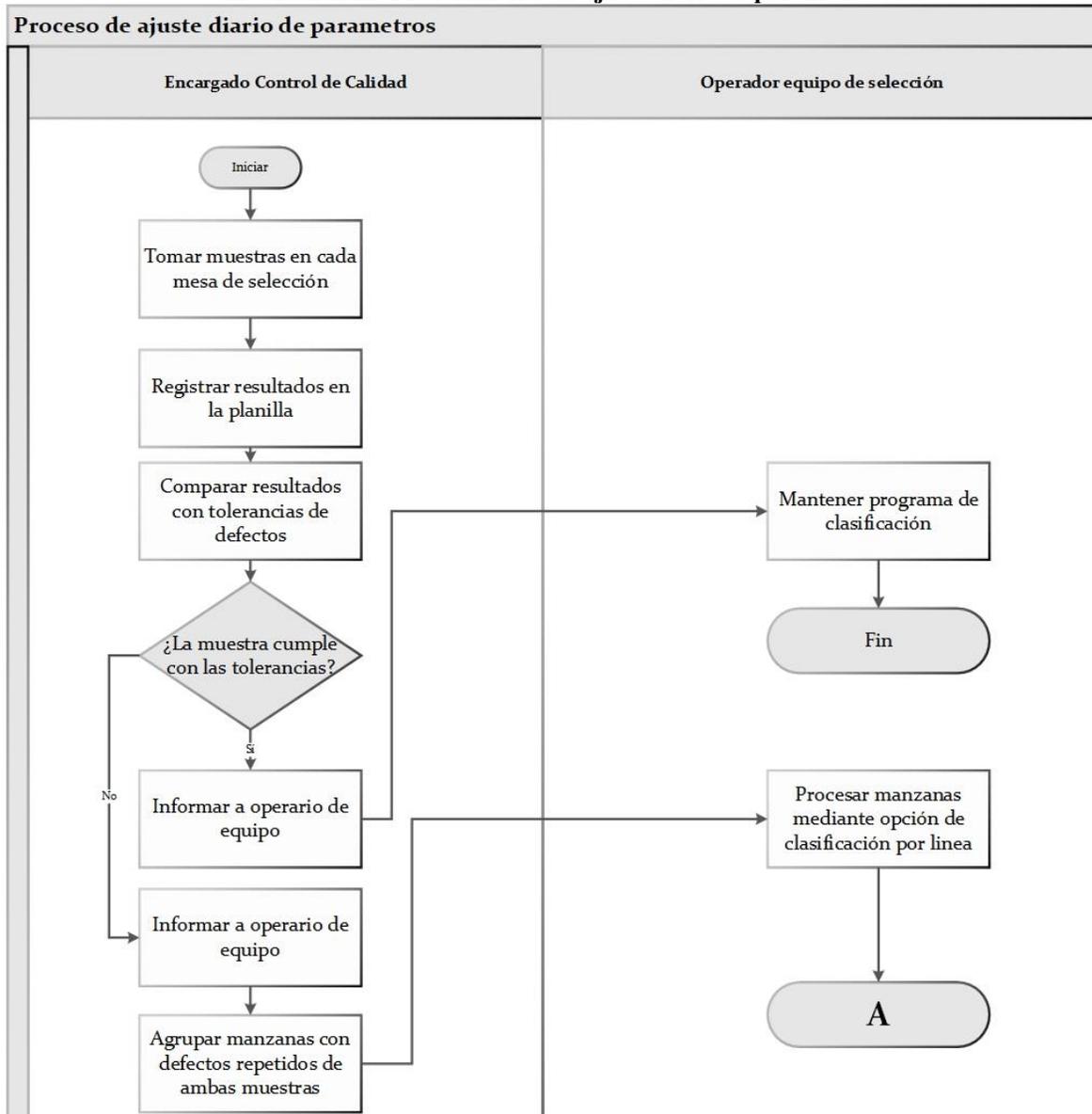
De esta forma se realiza una propuesta de procedimiento para el ajuste de parámetros considerando que en el caso de que un muestreo entregue resultados no satisfactorios se debe realizar nuevos muestreos en base a la modificación del programa de selección actual en modo offline (modo del selector de defectos que permite testear la modificación del programa de selección antes de utilizarlo en el proceso que se está utilizando), para así verificar que la modificación del programa beneficia al proceso actual. En la Ilustración 21 y la Ilustración 22 se presenta la propuesta para dicho procedimiento en el que interactúa el operario de selección con el encargado de control de calidad.

El procedimiento propuesto comienza con el registro de las muestras por parte del personal de área de control de calidad en la planilla que se propone utilizar y que incorpora una división de los defectos en aquellos que el selector logra visualizar y aquellos que no. Luego de registrar las muestras del selector se procede a comparar dichas muestras con las tolerancias de los defectos (estas tolerancias varían según lo que define cada cliente), de esta forma en el caso de que para algún defecto no se cumpla con las tolerancias se le debe dar aviso al operador del equipo y además agrupar las manzanas para que sean procesadas mediante la opción offline. Luego el operador del equipo debe ir visualizando en el equipo los valores que arroja cada criterio de clasificación para obtener los nuevos puntos de corte en cada criterio de clasificación que está siendo analizado.

De esta forma una vez realizada la modificación al programa de clasificación, se debe obtener una nueva muestra (mediante la opción offline, es decir en modo de prueba), registrar

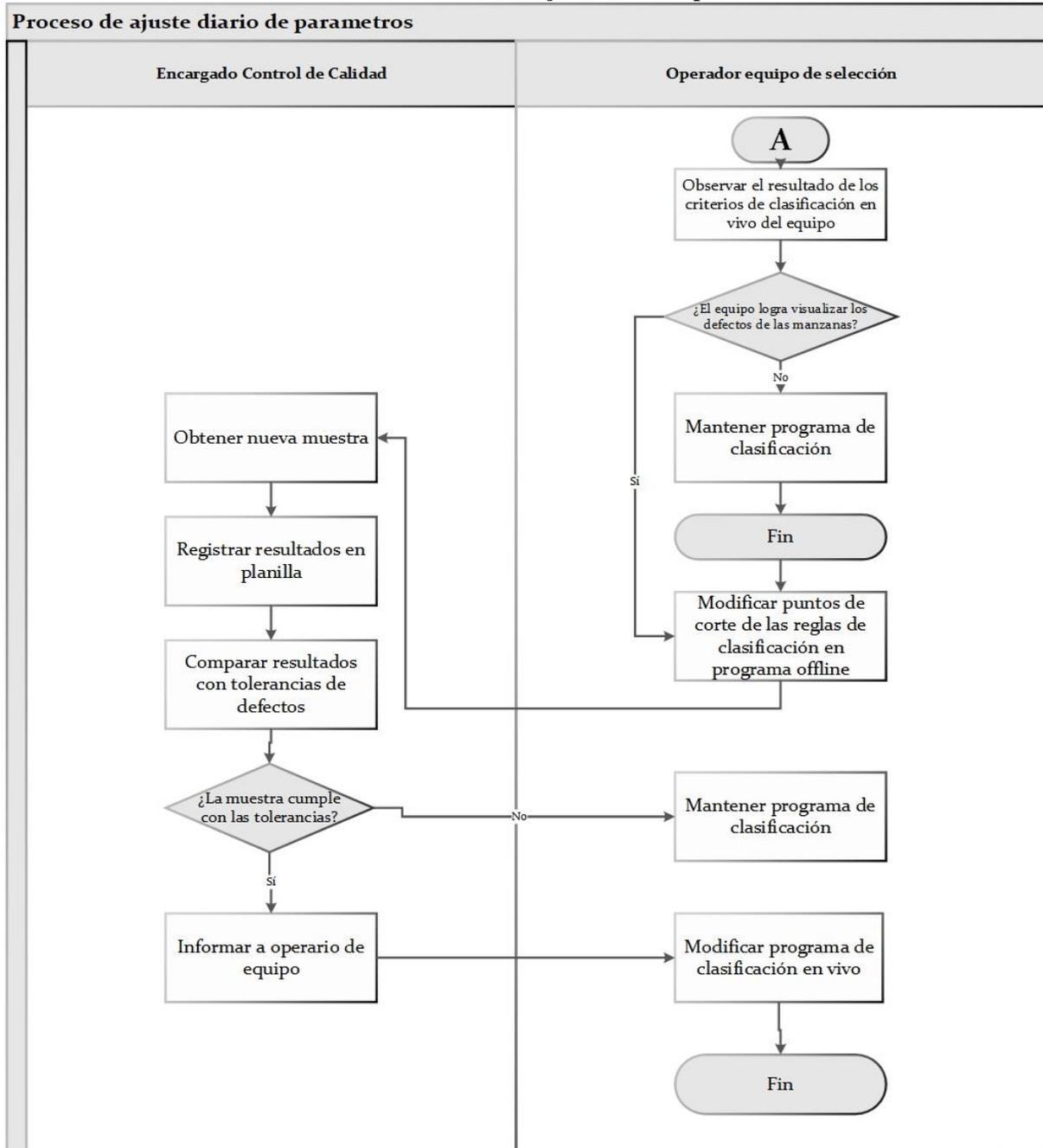
sus resultados y compararlos con las tolerancias nuevamente, de tal modo que si esta muestra arroja una mejora de resultados en relación a la anterior se recomienda modificar el programa de selección *online*, es decir traspasar la modificación generada en el modo de prueba a la cosecha que se está procesando. En el caso contrario, es decir que con la nueva muestra se vuelvan a obtener resultados fuera de las tolerancias, se recomienda mantener el programa de selección, ya que una modificación sin una prueba previa afecta gravemente el resultado del proceso.

**Ilustración 21: Procedimiento de ajuste diario de parámetros**



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 22: Procedimiento de ajuste diario de parámetros



Fuente: Elaboración propia

### 6.1 Planilla para el registro de muestras de la etapa de selección

A continuación, se presenta el desarrollo de una planilla propuesta para las muestras que se obtienen a través del selector de defectos. Dicha planilla incorpora una división de los defectos en aquellos sobre los cuales el selector puede actuar, y aquellos en los que no. Por

ejemplo, si una determinada muestra arroja muchos frutos con defecto de golpe de sol en la zona central de la manzana, estos se registran en la parte superior de la planilla y se activa el procedimiento de ajuste de parámetros en el caso de que el defecto supere la tolerancia. Por otra parte, Si la muestra arroja que se obtuvieron muchas manzanas con defecto de partidura en la zona del tallo, se debe registrar el defecto en la parte inferior de la planilla y no se debe activar el procedimiento de ajuste de parámetros debido a que los defectos que se ubiquen en dicha parte de la planilla corresponden a aquellos en los que el equipo posee limitantes, es decir no los logra visualizar. En la Ilustración 23, se presenta la planilla propuesta para el registro de muestras del selector de defectos.

**Ilustración 23: Planilla propuesta de registro de muestras del selector**

		PLANILLA PARA EL REGISTRO DE MUESTRAS DEL SELECTOR		ÁREA:PACKING	
<b>Información general</b>					
Mesa:		Variedad:			
Fecha:		Cliente:			
Hora:		Control Calidad:			
Turno:		Programa:			
Operador:		Distribución categoría :			
Muestra Total:		Primera cat.:			
Muestra s/hojas		Choice:			
Grupo Variedad:		Comercial:			
<b>Resultados obtenidos</b>					
Golpe de Sol		Infiltración			
Machucon Oxidado		Escama			
Lenticelosis		Roce			
Bitter Pitt		Cracking			
Russet		Daño Químico			
Herida		Penacho			
Co-Pudrición		Daño Helado			
Corcho		Piquete			
Falta Color		Sobre Maduro			
Coloración A		Fruto con Hoja			
Venturia		Escaldado			
Deforme		Ramaleo			
Deshidratación		Fuera de calibre			
Quemado de sol		Polilla			
<i>Freezable</i>					
<b>Defectos en caliz, tallo y machucón</b>					
Machucón moderado		Golpe de sol peduncular			
Bitter pit peduncular		Grieta Peduncular			
Russet peduncular		Escaldado peduncular			
Cracking peduncular					
FIRMA SUPERVISOR DE PACKING			FIRMA ENCARGADO CONTROL DE CALIDAD		

Fuente: Elaboración propia

# **Capítulo 7: Desarrollo de prototipo de sistema de apoyo a las decisiones**

*En este capítulo se presenta el desarrollo del prototipo computacional para el apoyo a las decisiones del área de selección manual, para ello se muestran los diagramas y requerimientos del sistema para su contextualización. Además, se presentan capturas del sistema para graficar y mostrar su funcionamiento*

## **7 Prototipo de sistema de apoyo a las decisiones del área de selección manual**

En este capítulo se detalla el desarrollo del prototipo computacional, para esto se definen los diagramas de contexto para explicar el funcionamiento del sistema, luego se definen los requerimientos y finalmente se presentan capturas del prototipo computacional para graficar y detallar su funcionamiento.

### **7.1 Diagrama de contexto**

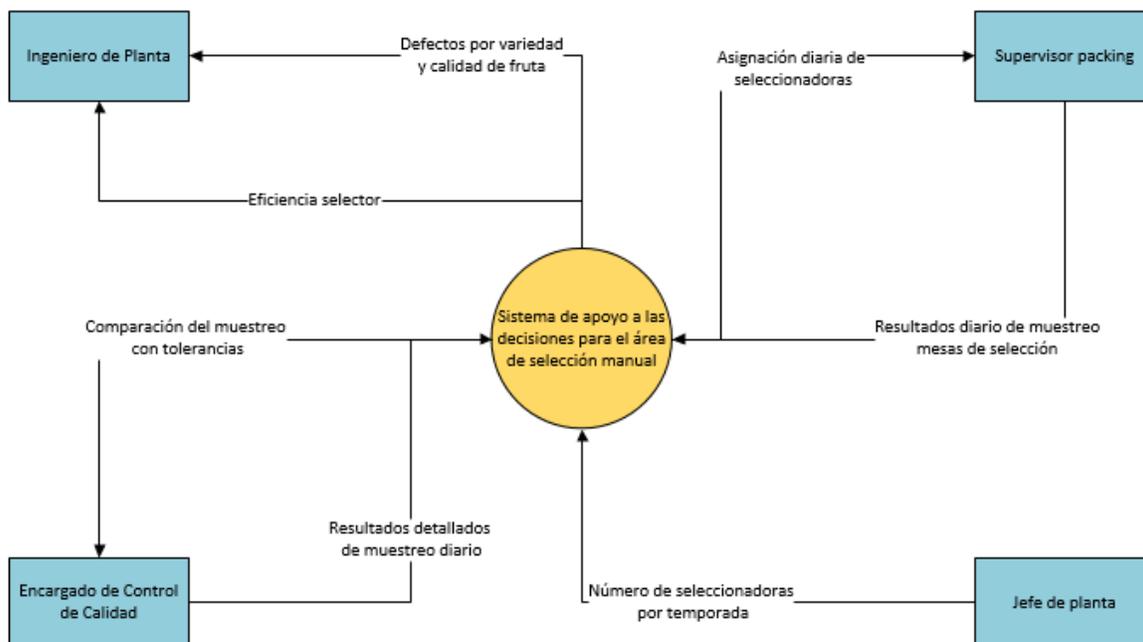
El diagrama de contexto de un sistema permite ilustrar las relaciones existentes entre las distintas entidades de una organización y el sistema, de esta forma se establece de qué forma cada entidad participa para el desarrollo del mismo, ya sea ingresando o recibiendo información del sistema de apoyo a las decisiones en este caso.

En la Ilustración 24 se presenta el diagrama de contexto para el prototipo desarrollado en el presente proyecto de mejoramiento. En dicho diagrama se observa que el encargado de control de calidad se encarga de ingresar los resultados de los muestreos diarios realizados en el área de selección manual, con dicha información se genera la asignación histórica que es revisada por el jefe de planta y también los análisis de los defectos por variedad y calidad.

Con respecto al supervisor de packing, se encarga de ingresar el resultado de los muestreos diarios en términos de la mala selección de selector, es decir cuanta fruta es seleccionada incorrectamente en cada mesa de selección, por lo que a partir de dicha información el sistema se encarga de generar la asignación diaria para el área, definiendo así el número mínimo de personas que se necesitan para retirar la fruta en cada mesa

Con respecto al ingeniero de planta, se encarga de obtener los principales defectos obtenidos según cada variedad y mesa de selección, dicha información es de gran utilidad para definir qué aspectos se pueden mejorar de los programas de selección del selector de defectos.

**Ilustración 24 Diagrama de contexto sistema de apoyo a las decisiones para el área de selección**



Fuente: Elaboración propia

## 7.2 Diagrama de nivel superior

Al igual que el diagrama de contexto el diagrama de nivel superior muestra las relaciones entre el sistema y las entidades que interactúan con él, pero incorporando además horizontes de tiempo. En la Ilustración 25 se presenta el diagrama de nivel superior para el prototipo desarrollo en el presente proyecto.

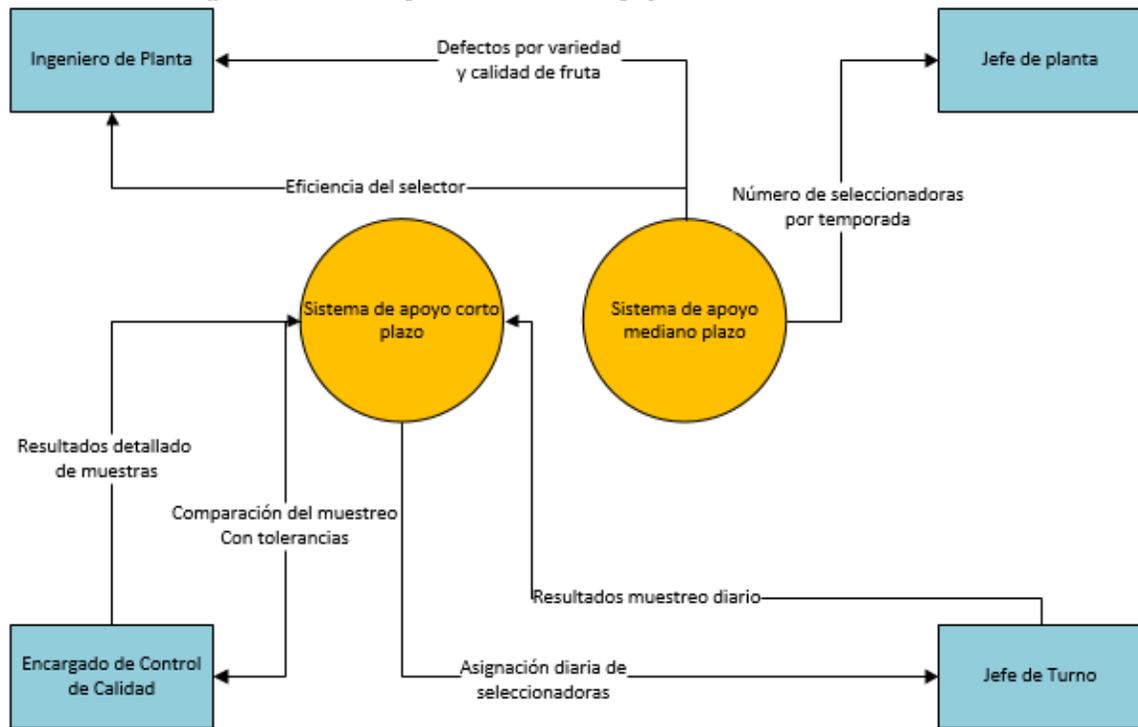
### 7.2.1 Corto plazo

El corto plazo considera la asignación diaria de personas en base a los muestreos diarios y el análisis de los resultados de cada muestreo al comparar los resultados obtenidos con las tolerancias por cada defecto.

### 7.2.2 Mediano plazo

La asignación a mediano plazo determina el número de personas necesarias para la temporada para el área de selección manual de la empresa.

**Ilustración 25 Diagrama de nivel superior sistema de apoyo a las decisiones área de selección manual**



*Fuente: Elaboración propia*

### 7.3 Requerimientos del sistema

A continuación, se definen los requerimientos funcionales y no funcionales que corresponden a los requisitos para el desarrollo del prototipo computacional.

#### 7.3.1 Requerimientos funcionales

Los requerimientos funcionales establecen características que necesita el sistema para su correcto funcionamiento, es decir, sobre qué datos podrá trabajar, información técnica y las salidas que entrega, principalmente. Los requerimientos funcionales del sistema de apoyo a las decisiones son las siguientes.

- **Ingreso de datos:** el sistema debe permitir el ingreso de datos relacionados a los resultados obtenidos en los muestreos en cada mesa de selección.

- **Entrega de resultados:** el sistema permite determinar la asignación de personas relacionado para el área de selección manual según la calidad y variedad de fruta procesada.
- **Almacenar datos:** el sistema debe llevar a cabo el almacenamiento de los distintos datos históricos generados a través del tiempo y sea capaz de generar informes.
- **Actualizar datos:** el sistema debe actualizar sus reportes de manera automática cada vez que se ingrese nueva información.

### 7.3.2 Requerimientos no funcionales

Los requerimientos no funcionales corresponden a características relacionadas con el funcionamiento del sistema. A continuación, se presentan dichos requerimientos no funcionales.

- **Rendimiento:** corresponde al tiempo de procesamiento de los datos, además depende del equipo en donde se ejecute el sistema, se espera que el tiempo no supere el minuto para realizar la asignación.
- **Accesibilidad y seguridad del sistema:** se espera que el sistema sea seguro y confiable para los usuarios que lo utilicen, es por ello que los usuarios deben contar con las contraseñas para poder tener acceso al *software*.
- **Disponibilidad:** se espera que el sistema se encuentre disponible cada vez que el usuario necesito utilizarlo.
- **Usabilidad:** el módulo debe ser fácil de utilizar, contando con comandos intuitivos que permitan una rápida adaptación.
- **Validación de datos:** se espera que cada vez que el usuario ingrese un dato o parámetro erróneo (por ejemplo, una palabra cuando se solicita ingresar un valor numérico), el sistema le indique que le dato ingresado no corresponde a su categoría por lo que se debe ingresar nuevamente.

## 7.4 Presentación del sistema de apoyo

A continuación, se presentan el sistema de apoyo a las decisiones para el área de selección manual en detalle. Dicho sistema es elaborado mediante Visual Basic de Excel una herramienta de programación que integra la manipulación, el análisis y la presentación de datos con la elaboración y ejecución de macros.

El sistema de apoyo comienza con la solicitud de un usuario registrado y una contraseña tal como se presenta en la Ilustración 26, de esta forma se brinda seguridad a todo el prototipo. Una vez que el usuario logra ingresar al sistema de apoyo el usuario puede acceder a 3 módulos: de asignación de personal, de calidad y de selector de defectos tal como se muestra en la Ilustración 27. A continuación, se presenta en detalle el funcionamiento de cada uno de los módulos.

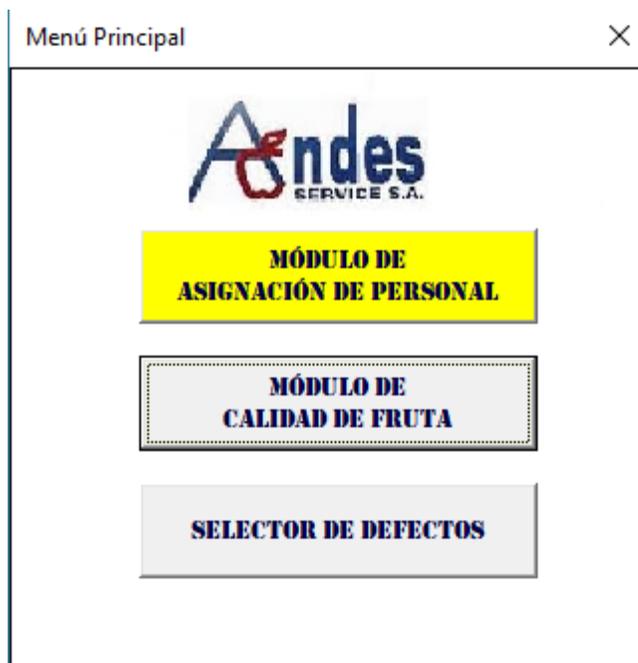
**Ilustración 26: Ingreso al sistema de apoyo a las decisiones**



The image shows a login window titled "Inicio". At the top center is the logo for "Andes SERVICE S.A.", where "Andes" is in a large blue font and "SERVICE S.A." is in a smaller blue font below it. Below the logo are two text input fields. The first is labeled "Usuario:" and the second is labeled "Contraseña:". At the bottom of the window, there are two buttons: "Ingresar" (highlighted with a dotted border) and "Salir".

*Fuente: Elaboración propia*

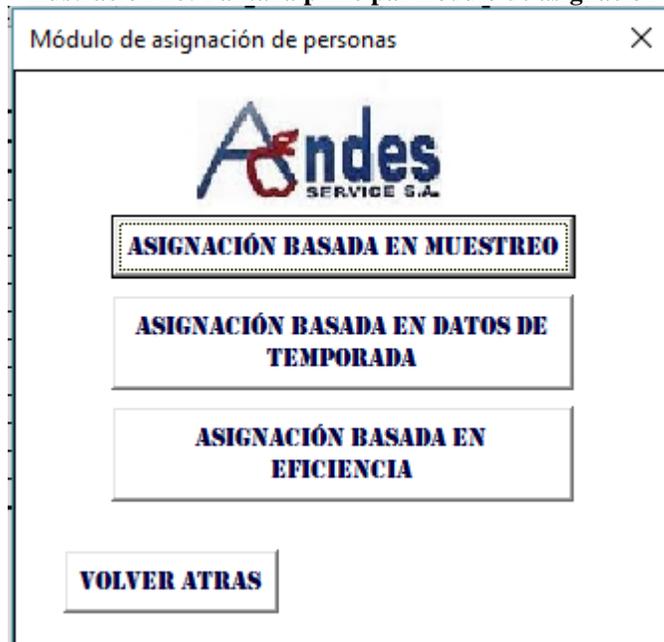
Ilustración 27: Menú principal del sistema de apoyo



*Fuente: Elaboración propia*

#### 7.4.1 Módulo de asignación

El módulo de asignación genera 3 tipos de asignación según el tipo de usuario, la primera corresponde a la asignación basada en el muestreo diario, la segunda a la asignación basada en datos históricos y la tercera la asignación basada en la eficiencia del selector de defectos, como se muestra en la Ilustración 28.

**Ilustración 28: Pantalla principal módulo de asignación**

*Fuente: Elaboración propia*

La asignación basada en el muestreo diario sirve para determinar el número de personas necesarios en cada mesa de selección a partir del ingreso de los resultados del muestreo que se realiza diariamente. En la Ilustración 29 se muestra la pantalla de ingreso de parámetros para esta asignación diaria, por otra parte en la Ilustración 30 y la Ilustración 31 se muestra en resultado de la asignación y el reporte en formato PDF generado.

Ilustración 29: Ingreso de resultados del muestreo diario

Asignación basada en muestreo

**VARIEDAD** FUJI RAKU RAKU

**FLUJO PRINCIPAL** 31 \*BINS/HORA

**DISTRIBUCIÓN CATEGORÍA 1**

**DISTRIBUCIÓN COMERCIAL**

**DISTRIBUCIÓN CHOICE**

**TAMAÑO DE LA MUESTRA** 100

**RESULTADOS MESA CAT 1:**

**MANZANAS CHOICE**

**MANZANAS COMERCIAL**

**RESULTADOS MESA CHOICE:**

**MANZANAS CAT 1**

**MANZANAS COMERCIAL**

**RESULTADOS MESA COMERCIAL:**

**MANZANAS CHOICE**

**MANZANAS CAT 1**

**NÚMERO SELECCIONADORAS**

Volver Menu principal Ver asignación

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 30: Resultados de asignación diaria

Resultados asignación

**VARIEDAD** GRANNY SMITH

**NÚMERO PERSONAS NECESARIAS:**

**NÚMERO PERSONAS NECESARIAS EN MESA CATEGORÍA 1**

**NÚMERO PERSONAS NECESARIAS EN MESA CATEGORÍA CHOICE**

**NÚMERO PERSONAS NECESARIAS EN MESA CATEGORÍA CHOICE**

**ASIGNACIÓN SEGÚN ASISTENCIA**

**NÚMERO PERSONAS EN MESA CATEGORÍA 1**

**NÚMERO PERSONAS EN MESA CATEGORÍA CHOICE**

**NÚMERO PERSONAS EN MESA CATEGORÍA CHOICE**

Generar PDF Volver Menu principal

Fuente: Elaboración propia

**Ilustración 31: Reporte de asignación diaria**



**Resultados asignación basada en muestreo**

FLUJO A LEVANTAR EN KG/HR			
Variedad	CAT 1	CHOICE	COMERCIAL
Granny Smith	1.767	1.084	71

FLUJO A LEVANTAR EN MANZANAS/HORA			
Variedad	CAT 1	CHOICE	COMERCIAL
Granny Smith	9.817	6.021	393

NÚMERO DE PERSONAS NECESARIAS			
Variedad	CAT 1	CHOICE	COMERCIAL
Granny Smith	6	4	1

PROPUESTA ASIGNACIÓN BASADA EN ASISTENCIA			
Variedad	CAT 1	CHOICE	COMERCIAL
Granny Smith	10	6	1

*Fuente: Elaboración propia*

La asignación basada en la información histórica sirve para determinar el número de seleccionadoras necesarias para afrontar la temporada, dicha información es utilizada por el jefe de planta para la planificación de lo que será la siguiente temporada de manzanas para la empresa. En la Ilustración 32 e Ilustración 33 se muestra el resultado de la asignación para la temporada y el reporte generado en formato PDF.

**Ilustración 32: Resultados asignación para temporada según datos históricos**

Asignación según datos historicos ×



**NÚMERO MINIMO DE PERSONAS POR VARIEDAD**

Variedad	CAT 1	CHOICE	COM.	TOTAL
Fuji Raku Raku	7	6	0	14
Granny Smith	9	5	1	15
Pink Lady	11	3	0	14
Brookfield	11	6	0	17
Gala Pacific	6	1	1	9
Gala Premium	9	3	0	12
Galaxy	8	3	0	11
Imperial Gala	9	2	0	10
Red Chief	6	4	0	11
Royal Gala	10	4	1	14
Scarlett	7	5	0	12
Super Chief	8	6	1	15

**NÚMERO PROMEDIO DE PERSONAS POR MESA**

	CAT 1	CHOICE	COMERCIAL
Nº DE PERSONAS	10	5	1
TOTAL	16		

[Generar PDF](#)

[Volver](#)

[Menu principal](#)

[Ver detalle flujos](#)

Fuente: Elaboración propia

**Ilustración 33: Reporte asignación para temporada según datos históricos**



NUMERO MINIMO DE PERSONAS POR VARIEDAD				
Variedad	CAT 1	CHOICE	COMERCIAL	TOTAL
Fuji Raku Raku	7	6	0	14
Granny Smith	9	5	1	15
Pink Lady	11	3	0	14
Brookfield	11	6	0	17
Gala Pacific	6	1	1	9
Gala Premium	9	3	0	12
Galaxy	8	3	0	11
Imperial Gala	9	2	0	10
Red Chief	6	4	0	11
Royal Gala	10	4	1	14
Scarlett	7	5	0	12
Super Chief	8	6	1	15

	CAT 1	CHOICE	COMERCIAL
N° DE PERSONAS	10	5	1
TOTAL	16		

*Fuente: Elaboración propia*

Finalmente, la asignación en base a la eficiencia del selector sirve como herramienta de apoyo para definir el número de personas que se necesitan en el área según el rendimiento del equipo tal como se presenta en la Ilustración 34, para este tipo de asignación es posible ingresar la eficiencia del sector y obtener los resultados de forma automática.

**Ilustración 34: Resultados asignación según eficiencia selector**

Resultados asignación según eficiencia selector



Variedad	CAT 1	CHOICE	COMERCIAL
Fuji Raku Raku	6	6	0
Gala	6	5	1
Granny Smith	7	3	0
Pink Lady	10	1	0
Brookfield	5	3	0
Cripps	Sin datos	Sin datos	Sin datos
Gala Pacific	10	2	Sin datos
Gala Premium	11	3	1
Galaxy	8	2	0
Gale Gala	8	2	0
Imperial Gala	9	2	0
Opal	Sin datos	Sin datos	Sin datos
Red Chief	15	6	1
Royal Gala	7	3	1
Scarlett	7	5	0
Super Chief	7	5	0
Yugala	Sin datos	Sin datos	Sin datos

**EFICIENCIA CAT 1** 67%      **EFICIENCIA COMERCIAL** 88%  
**EFICIENCIA CHOICE** 63%      **Calcular**      **Volver**      **Menu principal**

Fuente: Elaboración propia

### 7.4.2 Módulo de calidad

El módulo de calidad del sistema de apoyo corresponde a un módulo que sirve para el ingreso de la información utilizada para la asignación en base a la información histórica y además incluye de manera complementaria una herramienta que permite un análisis de los defectos de cada variedad y en qué proporción se presentan. En la Ilustración 35 se presentan la pantalla de inicio de este módulo mientras que en la Ilustración 36 y la Ilustración 37 se muestra el ingreso del detalle de los resultados de los muestreos diarios realizado en cada una de las mesas de selección manual. Por otra parte en la Ilustración 38 se presente la pantalla de la herramienta grafica de los defectos por variedad que entrega el sistema de apoyo.

Ilustración 35: Modulo de calidad

Módulo de calidad de fruta

**Andes**  
SERVICE S.A.

**INGRESAR RESULTADOS DE MUESTRA**

**VER DEFECTOS POR VARIEDAD**

**VOLVER ATRAS**

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 36: Ingreso de resultados de muestras

Ingreso de resultados del muestreo

**Andes**  
SERVICE S.A.

**MESA:**

**FECHA:** 27-07-2018

**VARIEDAD:**

**GRUPO:**

**OPERADOR:**

**TAMAÑO DE LA MUESTRA:**

**TAMAÑO DE LA M.S/HOJAS:**

**HORA:** 17:22

**TURNO:**

**CLIENTE:**

**CONTROL CALIDAD:**

**DISTRIBUCIÓN CATEGORICA:**

**SELECTOR:**

**MANZANAS CAT PRIMERA:**

**MANZANAS CAT CHOICE:**

**MANZANAS CAT COMERCIAL:**

**Volver**

**Siguiente**

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 37: Ingreso resultados de muestras en detalla

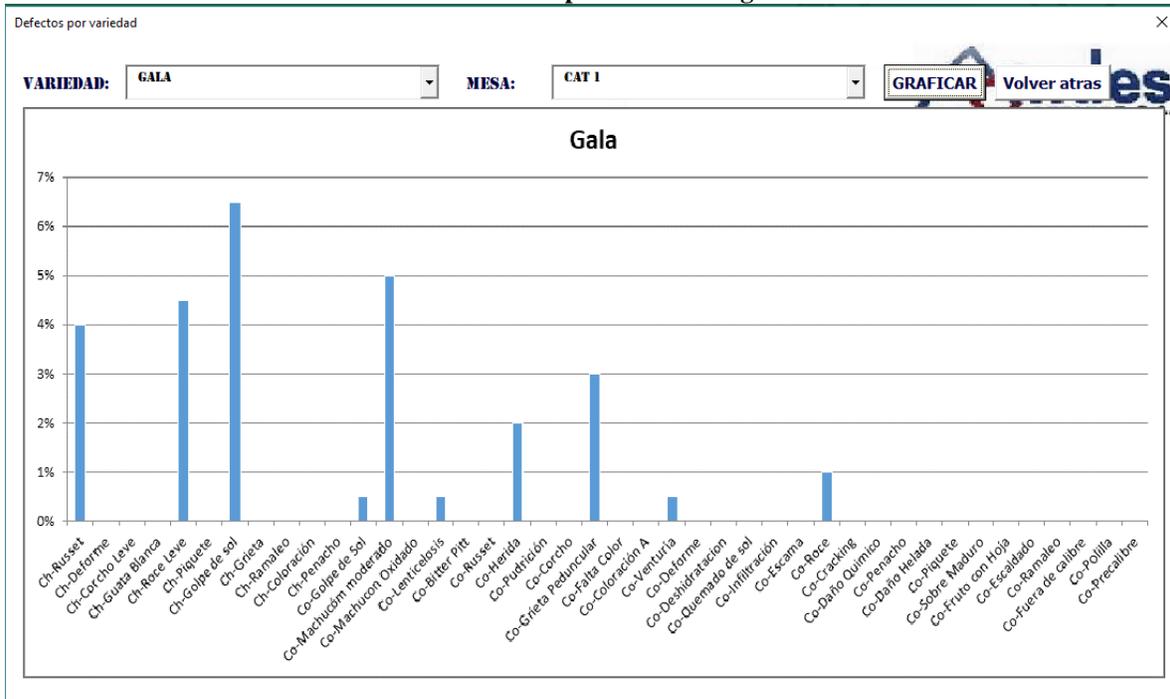
Resultados manzanas comercial ×



MANZANAS COMERCIAL	MANZANAS COMERCIAL	MANZANAS CHOICE
<b>GOLPE DE SOL:</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>	<b>ROCE :</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>	<b>RUSSET</b>
<b>MACHÚCON MODERADO:</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>	<b>CRACKING :</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>	<b>DEFORMIDAD:</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>
<b>MACHÚCON OXIDADO:</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>	<b>DAÑO QUIMICO :</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>	<b>CORCHO</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>
<b>LENTICELOSIS:</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>	<b>FALTA DE COLOR:</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>	<b>GUATA</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>
<b>BITTER PITT:</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>	<b>COLORACIÓN:</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>	<b>ROCE LEVE:</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>
<b>RUSSET:</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>	<b>PENACHO:</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>	<b>PIQUETÉ:</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>
<b>HERIDA:</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>	<b>DAÑO HELADA:</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>	<b>GOLPE DE SOL:</b> <input style="width: 80px;" type="text"/>
<b>PUDRICIÓN:</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>	<b>PIQUETE:</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>	<b>GRIETA:</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>
<b>CORCHO:</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>	<b>SOBREMADURO:</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>	<b>RAMALEO:</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>
<b>GRIETA</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>	<b>FRUTA CON HOJA:</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>	<b>COLORACION:</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>
<b>VENTURIA:</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>	<b>ESCALDADO:</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>	<b>PENACHO:</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>
<b>DEFORMIDAD:</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>	<b>RAMALEO:</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>	<input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>
<b>DESHIDRATACIÓN:</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>	<b>FUERA DE</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>	<input type="button" value="VOLVER ATRAS"/>
<b>QUEMADA DE SOL:</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>	<b>POLILLA:</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>	<input type="button" value="INGRESAR RESULTADO"/>
<b>INFILTRACIÓN :</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>	<b>PRECALIBRE:</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>	<input type="button" value="COMPARAR"/>
<b>ESCAMA :</b> <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>		

Fuente: Elaboración propia

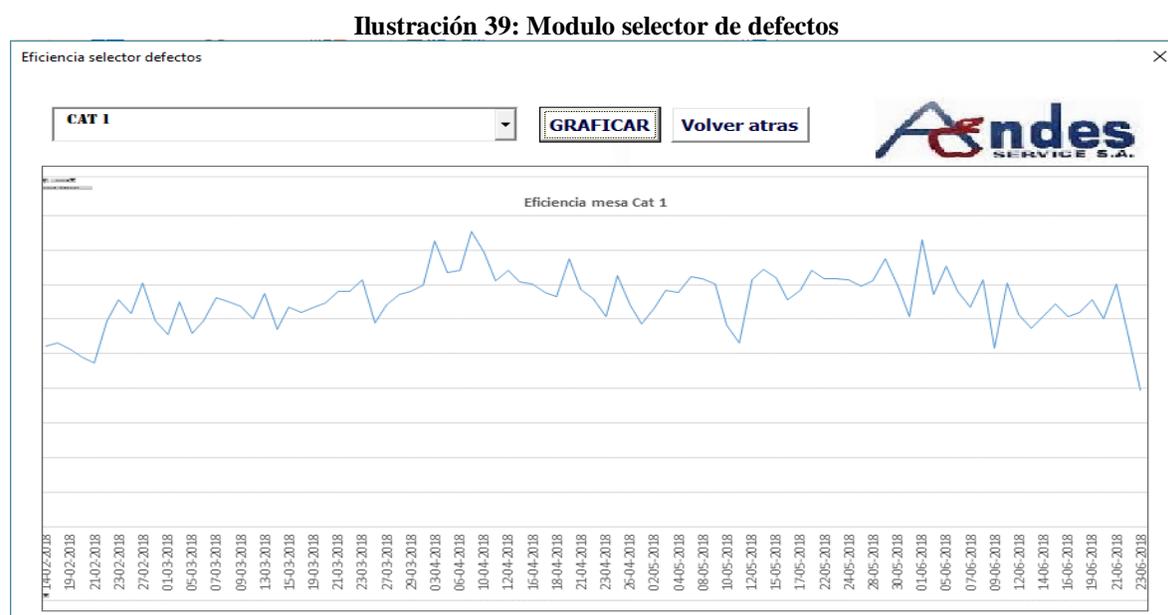
**Ilustración 38: Grafico de defectos por variedad según calidad de manzana**



Fuente: Elaboración propia

### 7.4.3 Selector de defectos

Finalmente, el módulo del selector de defectos permite monitorear la eficiencia diaria del equipo según la mesa y variedad que se desea evaluar tal como se muestra en la Ilustración 39. Este módulo del sistema de apoyo sirve como complemento a los módulos presentados anteriormente y utiliza como base la información que se registra en el módulo de calidad del sistema.



*Fuente: Elaboración propia*

## 7.5 Implementación del modelo

El prototipo desarrollado en el presente proyecto fue utilizado a modo de prueba durante los últimos 3 días de la producción del año 2018 (27,30 y 31 de julio). Durante dichos días se procesó la variedad Royal Gala y realizó la asignación de personas para el comienzo del turno en relación a la asignación en base a datos históricos que entrega el prototipo, luego a las 9:00 de cada día se ingresaban los resultados del muestreo del área de control de calidad y se modificó la asignación en base al resultado de dicho muestreo. Durante dicho periodo de prueba fue utilizado por la jefa de *packing*, permitiendo generar la asignación en base a lo que requiere cada proceso y además debido a la facilidad del uso del prototipo permitió un ahorro de tiempo para ella que pudo ser utilizado para otras labores productivas.

A continuación, en la Ilustración 40 se presenta el resultado para el primer día de su uso, el cual arroja en base al funcionamiento del selector para tal día solo era necesario tener en las mesas de selección un total de 7 personas.

**Ilustración 40: Resultados de la utilización del prototipo por Andes Service para el día 27-07-2018**



Fecha: 27-07-2018  
Hora: 9:14 am

**Resultados asignación basada en muestreo**

FLUJO A LEVANTAR EN KG/HR			
Variedad	CAT 1	CHOICE	COMERCIAL
Royal Gala	1.266	597	127

FLUJO A LEVANTAR EN MANZANAS/HORA			
Variedad	CAT 1	CHOICE	COMERCIAL
Royal Gala	7.035	3.318	707

NUMERO DE PERSONAS NECESARIAS			
Variedad	CAT 1	CHOICE	COMERCIAL
Royal Gala	4	2	1

PROPUESTA ASIGNACIÓN BASADA EN ASISTENCIA			
Variedad	CAT 1	CHOICE	COMERCIAL
Royal Gala	12	6	2

Fuente:

Elaboración propia

# Capítulo 8: Evaluación económica

*En este capítulo se presenta la evaluación económica de las propuestas de mejora, para ello se desarrollan los flujos de cada con un horizonte de evaluación de 5 años y posteriormente se calculan los indicadores económicos que determinan si es conveniente implementar el proyecto*

## **8 Evaluación económica del proyecto**

En este capítulo se evalúa económicamente la propuesta de asignación de personal para el área de selección manual que aborda este proyecto, para tal efecto se definen los ingresos y egresos del proyecto, los principales parámetros y los indicadores económicos que determinan si la implementación del proyecto es factible económicamente.

### **8.1 Parámetros relevantes de la evaluación**

A continuación, se presentan los principales parámetros de la evaluación económica que corresponden a la TREMA, la tasa de impuestos y el horizonte de evaluación.

#### **8.1.1 Tasa de rendimiento mínima aceptable (TREMA)**

La TREMA de un proyecto corresponde a una tasa de rendimiento que señala el mínimo aceptable exigida para que un proyecto logre cubrir la inversión inicial, los egresos, los intereses, impuestos y la rentabilidad exigida. Para el cálculo de la TREMA se utiliza la siguiente formula:

$$TREMA = \text{Inflación} + \text{prima al riesgo} + (\text{inflación} * \text{prima al riesgo})$$

El valor utilizado para la inflación será la media de Chile durante el primer semestre del 2018, que corresponde a 2,08% (Inflation, 2018). Con respecto a la tasa de prima al riesgo, se utiliza un valor de 4,55% (Investing, 2018). De esta forma el valor obtenido para la TREMA es el siguiente de 6,725%.

#### **8.1.2 Tasa de impuestos**

El impuesto corresponde a la tasa de descuento que un determinado país fija a las utilidades de las empresas. Para el caso de Chile la tasa de impuestos ha ido en aumento durante los últimos, de esta forma para el año 2018 el valor corresponde a 25% mientras que para los años posteriores el valor fijado corresponde a 27%.

### 8.1.3 Horizonte de evaluación

El periodo de evaluación corresponde a la cantidad de años durante los cuales se generarán los flujos de cada para la evaluación económica del proyecto. Para este proyecto se determina un periodo de evaluación de 5 años debido a la vida útil del prototipo y a variables del macro entorno como la modificación de lo sueldo mínimo u otras modificaciones laborales que afecten la planificación del proyecto.

## 8.2 Ingresos del proyecto

Los ingresos del presente proyecto se definirán en término del ahorro generado, es decir el ahorro generado en la planificación del personal y el ahorro del número de seleccionadoras que se proponen tomando como referencia los datos de la temporada 2018. En la Tabla 10 se presenta el detalla del ahorro en personal de selección durante la temporada que posee una duración de 7 meses y considerando un sueldo de \$276.000 por cada una de ellas.

**Tabla 10: Ahorro en costo de seleccionadoras**

	Número personas	Costo monetario mensual	Costo monetario por temporada
Promedio actual seleccionadoras	20	\$5.520.000	\$38.640.000
Propuesta	17	\$4.692.000	\$32.844.000
Ahorro	3	\$828.000	\$5.796.000

*Fuente: Elaboración propia*

Con respecto al ahorro de planificación se define un ahorro de un 5% mensual con respecto a la remuneración del supervisor de packing, encargado de diariamente generar la asignación de personal para el área de selección manual, este ahorro se define según el tiempo dedicado a la asignación de personal por parte del supervisor. En la Tabla 11 se presenta el detalle del ahorro generado en la planificación.

**Tabla 11: Ahorro en planificación**

Cargo	Remuneración	Ahorro mensual	Ahorro por temporada
Supervisor packing	\$448.000	\$22.400	\$156.800

*Fuente: Elaboración propia*

### 8.3 Egresos del proyecto

Los egresos del proyecto están definidos en base al costo de mantención del prototipo computacional. Dicho costo de mantención se define en base al sueldo del ingeniero informático de la empresa a quien se le delega dicha labor. De esta forma en la Tabla 12 se presentan el valor mensual y por temporada de la mantención del prototipo.

**Tabla 12: Egresos del proyecto**

Item	Costo mensual	Costo por temporada
Mantención	\$90.000	\$630.000

*Fuente: Elaboración propia*

### 8.4 Inversión

La inversión del proyecto está definida en términos de implementar el prototipo computacional. Para esto se considera un periodo de implementación de 60 días y un valor de \$22.320 por día de implementación, calculado en base a la remuneración del ingeniero informático de la empresa.

**Tabla 13: Inversión del proyecto**

Item	Costo total
Implementación del sistema de apoyo	\$1.339.200

*Fuente: Elaboración propia*

### 8.5 Flujo de caja

El detalle del flujo de caja generado por cada año del periodo de evaluación se presenta en el Anexo 4, donde se muestran los ingresos, egresos, la inversión inicial y el valor actual de cada periodo. Con respecto a los indicadores de la evaluación económica estos se detallan en la Tabla 14, en relación a dichos indicadores se puede concluir lo siguiente:

**Tabla 14: Indicadores de la evaluación económica**

Indicador	Valor
VAN	\$15.737.560
TIR	73%
Periodo recuperación	2

*Fuente: Elaboración propia*

- El VAN del proyecto se totaliza en \$15.737.560 es decir su valor es mayor a 0 por lo tanto bajo este criterio el proyecto es rentable económicamente.
- Con respecto a la TIR del proyecto, se obtiene un valor de 73% lo que indica que es mayor a la tasa de retorno mínima exigida (TREMA) de 6,7%, por lo tanto, considerando este criterio el proyecto es factible económicamente.
- Finalmente, el periodo de recuperación del proyecto corresponde a 2 años, lo que indica que en dicho periodo se logra recuperar la inversión y se obtendrán beneficios económicos.

Al analizar todos los indicadores económicos en conjunto se puede concluir que el proyecto es viable en términos económicos por lo que se recomienda su implementación.

# Conclusiones

A partir de la realización del presente proyecto de mejoramiento se definen distintas conclusiones y recomendaciones, obtenidas en base a lo desarrollado en cada una de las etapas del proyecto.

En la etapa de diagnóstico se logra identificar las causas que originan que el proceso de selección sea ineficiente. En relación a ellas una de las principales tiene relación con el recurso humano del proceso de selección manual, ya que estos no son asignados correctamente, es decir para su designación no se realizó un estudio en base a los requerimientos del proceso, ni tampoco considerando las diferencias existentes entre las distintas variedades de manzanas, de esta forma una correcta asignación debe considerar la capacidad productiva de la empresa y las características que presenta cada variedad para así mejorar el proceso de selección.

Por otra parte, la baja eficiencia del selector se debe principalmente a los limitantes que dicho equipo posee, estos son que no logra visualizar algunos defectos tales como el machucón y aquellos que se ubican en la zona del cáliz y del tallo. Además, se logra comprender la importancia de modificar los parámetros de los programas de selección correctamente, ya que una mala modificación de ellos genera inconveniente en los procesos posteriores, traduciéndose incluso en el producto final.

De esta forma a partir del diagnóstico se define que es necesario realizar una asignación de personas para el área de selección manual en base al funcionamiento del selector, la variedad de la fruta y la calidad de la misma. Además, debido a la importancia del ajuste de parámetros se debe realizar un procedimiento que permita asegurar que los ajustes del selector se realicen correctamente.

Con respecto a la asignación de personas se realizó mediante herramientas de diseño de sistema de operaciones, un estudio de tiempos del área y la información de cada variedad procesada durante el año 2018. De esta forma se determinó el número de personas necesarias para cada mesa de selección según variedad procesada y el número de personas propuesto

para la próxima temporada que correspondió a 17 personas, generando un ahorro de 3 personas con respecto al promedio del área.

A partir de dicha propuesta de asignación se genera el prototipo que se encarga de determinar las personas necesarias para la temporada y diariamente según la información que arroje el muestreo. Por otra parte, el prototipo además posee dos módulos complementarios que ayudan y facilitan el registro de las muestreas y al análisis de la información de las mismas.

Con respecto al procedimiento de ajuste de parámetros que se propone para el selector de defectos, este se generó debido a las consecuencias que puede generar un mal cambio de parámetros del selector por lo que para realizar un ajuste de parámetros se debe poseer seguridad que el cambio beneficie la selección. De esta forma el procedimiento generado se basa en que para modificar un programa de selección se debe probar antes la modificación para luego confirmar que al ajuste sea el correcto. En dicho procedimiento interactúa directamente el operario del equipo con el encargado de control de calidad.

Finalmente se realiza una evaluación económica del presente proyecto que genera un VAN positivo de \$15.737.560, una TIR de 73% (superior a la TREMA DE 6,7%) y un periodo de recuperación de 2 años por lo que mediante dichos indicadores se recomienda la implementación del proyecto.

Sobre los objetivos del proyecto, es posible afirmar que tanto el general como los específicos fueron desarrollados de manera exitosa, ya que se desarrolló un diagnóstico para lograr identificar las causas que generan que el proceso de selección sea ineficiente, se desarrolló una propuesta de asignación de personas para la temporada basado en las variedades procesadas y en la calidad de la fruta procesada. Además, se realizó la evaluación económica del proyecto que permite concluir que es conveniente su implementación.

Con respecto a las recomendaciones para la empresa se recomienda en primer lugar realizar un estudio de tiempos durante un periodo que no supere dos temporadas debido a que el resultado de dicho estudio presenta gran importancia en el desarrollo de la asignación de personas. Además, se recomienda ampliar dicho estudio para otros procesos como

embalado y etiquetado ya que se realizan manualmente por lo que también sería posible determinar una asignación para dichos procesos, de esta manera se lograr mejorar el proceso productivo de la empresa.

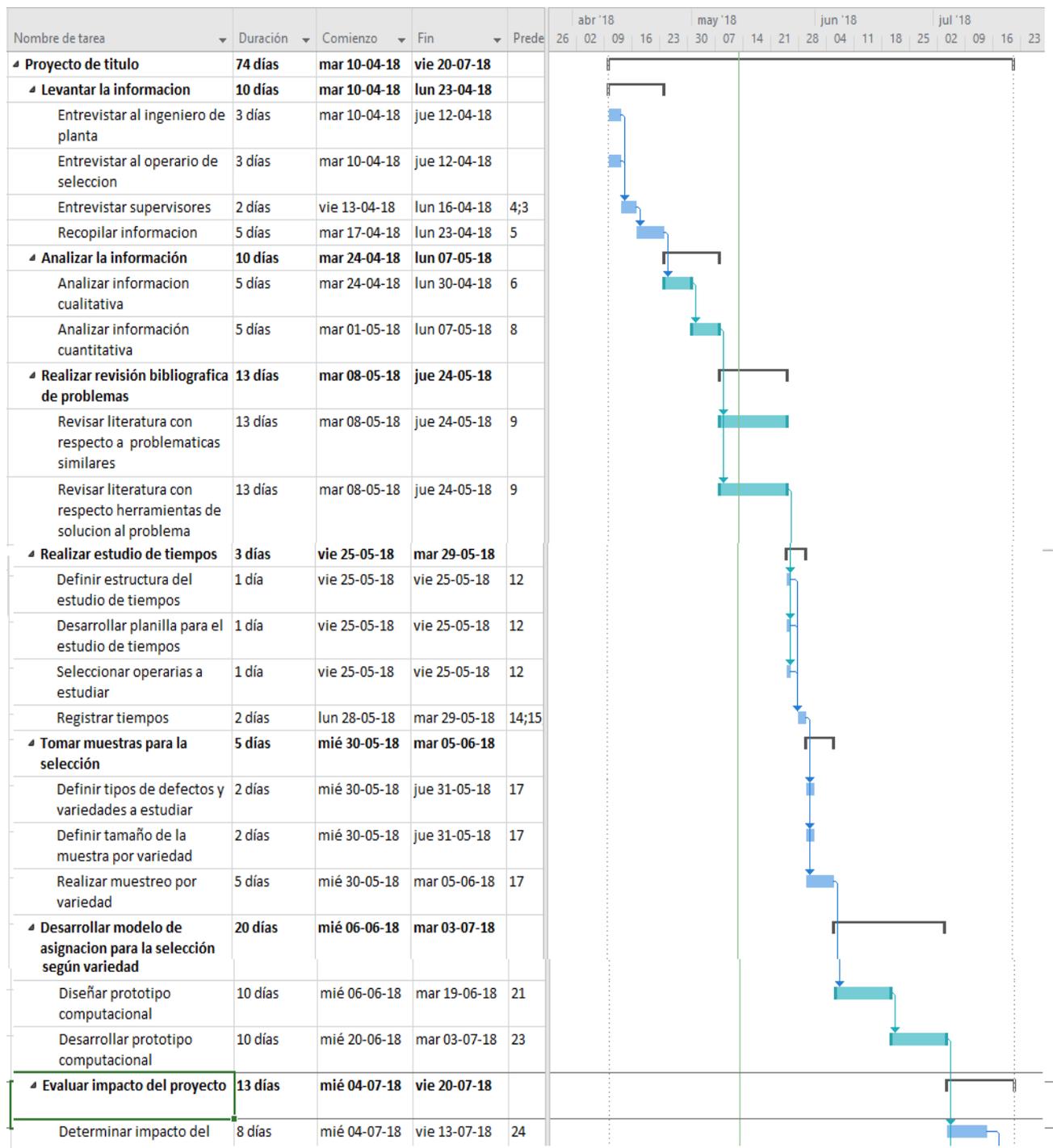
Finalmente, el presente proyecto puede ser implementado aun cambiando el equipo selector, (situación que se tiene contemplada para el largo plazo por la empresa) por alguno que realice una mejor clasificación de fruta, ya que el único requisito para su implementación es que se realice un proceso de selección manual, por lo que además puede ser aplicado en otras empresas de embalado de fruta que tengan dicho proceso.

# BIBLIOGRAFÍA

- (28 de Julio de 2018). Obtenido de Inflation: <http://es.inflation.eu/tasas-de-inflacion/chile/inflacion-historica/ipc-inflacion-chile-2018.aspx>
- Baca, G. (2010). *Evaluación de proyectos*. Mc Graw Hills.
- Cabrera, R. (s.f). *Análisis de la cadena de valor*.
- Carro, R., & Gonzalez, D. (2012). *Control estadístico de procesos*.
- Compaq. (2004). *Manual del Usuario para Invision*.
- Hernández, J., & Vizán, A. (2013). *Lean Manufacturing: Conceptos , tecnicas e implantacion*.
- Ingenieria industrial Online. (10 de Mayo de 2018). *Ingenieria industrial Online*. Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/>
- Investing*. (28 de Julio de 2018). Obtenido de <https://es.investing.com/rates-bonds/chile-10-year-bond-yield>
- Ishikawa, K. (1991). *¿Qué es el control de la calidad total?*
- Kossiakoff, A., Sweet, W., Samuel, S., & Biemer, S. (2011). *Systems engineering principles and practice*.
- Mariela, T. (s.f). Tamaño de una muestra para una investigación de mercado.
- Meyers, F. (1999). *Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil*. Prentice Hall.
- Meyers, S. (2006). *Diseño de instalaciones y manufactura*. Prentice Hall.
- Perez, A., Pacheco, P., & Rodriguez, O. (s.f). *Ficha técnica calidad de manzana*.
- Quesada-Pineda, H., Buehlmann, U., & Arias, E. (2012). Ejemplos y Aplicaciones en la Industria de Productos de Madera.
- Valdivieso, C. (2011). DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO MUESTRAL MEDIANTE EL USO DE ÁRBOLES DE DECISIÓN.

# ANEXOS

## Anexo 1 Carta Gantt proyecto de título



Fuente: Elaboración propia

Anexo 2 Defectos presentes en las manzanas



Herida , daño o lesión leve



Russet



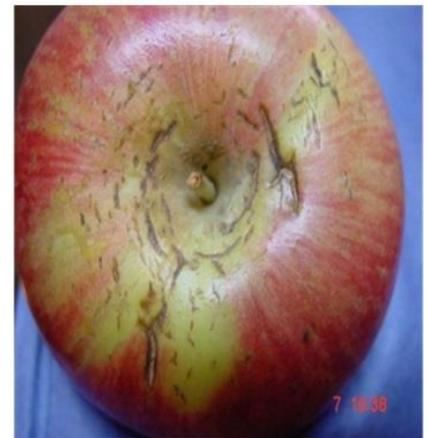
Quemada de sol leve



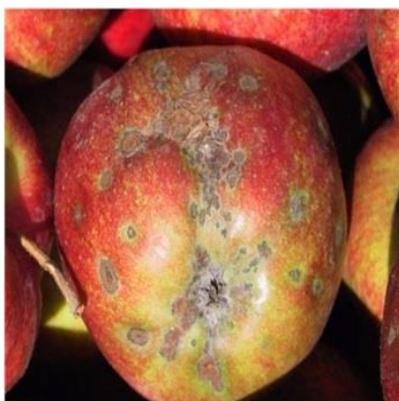
Bitter Pit



Lenticelosis



Cracking



Venturia



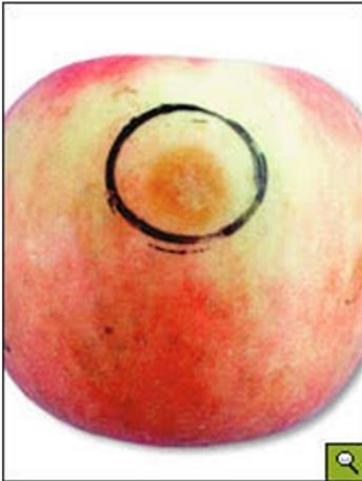
Polilla



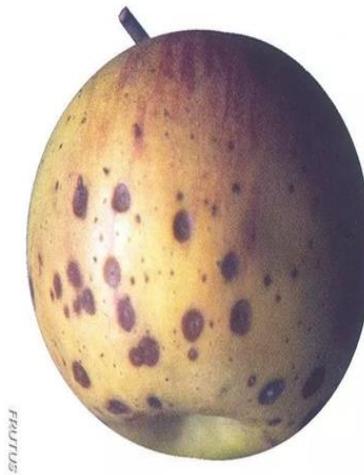
Sobremadurez

Fuente: (Perez, Pacheco, & Rodriguez, s.f)

Anexo 3 Defectos presentes en las manzanas



Machucón



Corcho



Piquete



Penacho



Escaldado



Chanchito Blanco



Escama San José



Proelia



Falta de color

Fuente: (Perez, Pacheco, & Rodriguez, s.f)

## Anexo 4: Flujo de caja del proyecto

Periodo	2018	2019	2020	2021	2022	2023
<b>Ingresos</b>						
Ahorro seleccionadoras		\$5.796.000	\$5.969.880	\$6.148.976	\$6.333.446	\$6.523.449
Ahorro planificación		\$156.800	\$161.504	\$166.349	\$171.340	\$176.480
<b>Egresos</b>						
Costo por mantención		-\$630.000	-\$648.900	-\$668.367	-\$688.418	-\$709.071
Utilidad antes de impuesto		\$5.322.800	\$5.482.484	\$5.646.959	\$5.816.367	\$5.990.858
Impuesto		-\$1.330.700	-\$1.480.271	-\$1.524.679	-\$1.570.419	-\$1.617.532
Utilidad despues de impuesto		\$3.992.100	\$4.002.213	\$4.122.280	\$4.245.948	\$4.373.327
Inversión	-\$1.339.200					
Flujo	-\$1.339.200	\$3.992.100	\$4.002.213	\$4.122.280	\$4.245.948	\$4.373.327
Valor actual neto	-\$1.339.200	\$3.740.561	\$3.513.750	\$3.391.122	\$3.272.773	\$3.158.555
Valor actual acumulado	-\$1.339.200	\$2.401.361	\$5.915.111	\$9.306.232	\$12.579.005	\$15.737.560

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 6: Manual de uso del prototipo computacional**

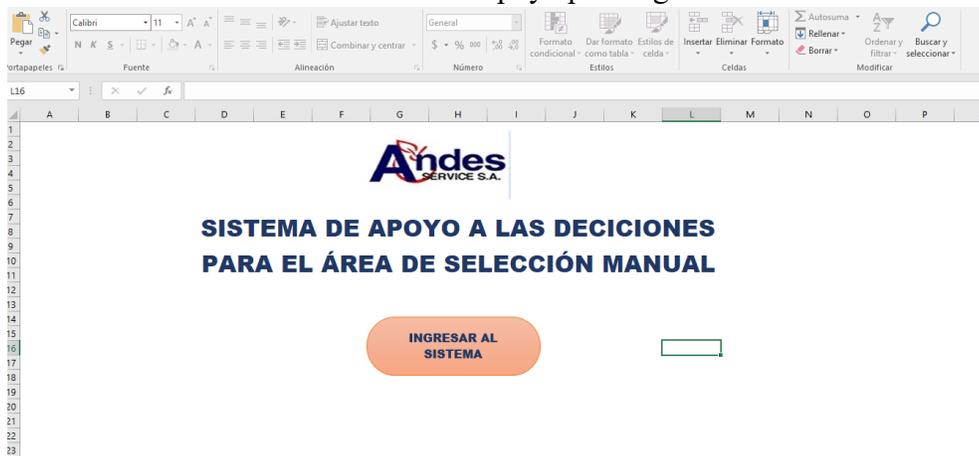
**Manual de uso sistema de apoyo a las  
decisiones para la asignación de personas del  
área de selección manual.**

## **Introducción**

El sistema de apoyo a las decisiones del área de selección manual corresponde a un prototipo computacional que servirá de ayuda para la designación diaria de personas en el área de selección manual y gracias a su base de datos, determinar el número de personas necesarias para la temporada de manzanas de la empresa Andes Service s.a. De esta forma el presente manual corresponde a una guía de su uso e interpretación de los resultados para facilitar la implementación del sistema en la producción de la empresa a partir del año 2019.

## 1. Inicio

1. Para ingresar al sistema de apoyo se debe presionar doble clic sobre el libro en formato Excel denominado “Sistema apoyo packing Andes Service”.



2. Una vez abierto el libro se debe hacer clic sobre el botón de color rojo que indica ingresar al sistema.
3. Al presionar el botón de ingreso se abre la pantalla de ingreso al sistema. Dicha pantalla exige el ingreso de un usuario y contraseña. El usuario y contraseña están detallados en el archivo Usuarios.txt presente en la misma carpeta del prototipo.

## 2. Módulos

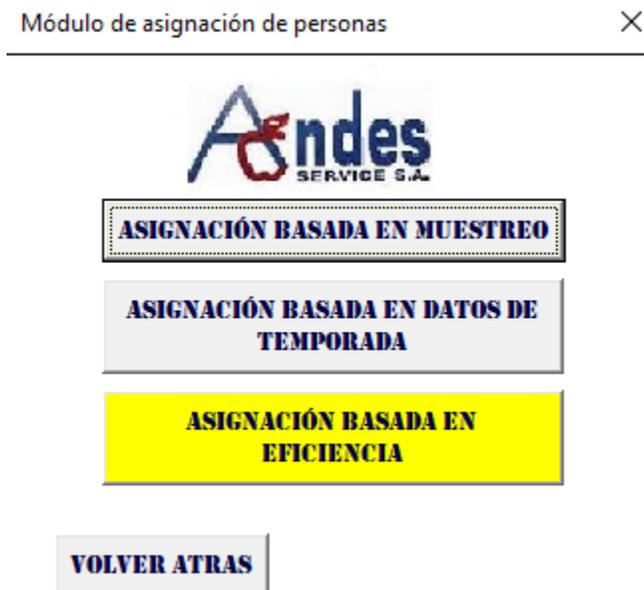
Una vez que se ingresa un usuario y contraseña correctos el sistema despliega la pantalla de menú principal. En dicha pantalla se presentan 3 botones los cuales se utilizan de la siguiente manera:

- **Módulo de asignación de personal:** este módulo debe ser utilizado para generar la asignación diaria de personas, la asignación histórica y el análisis de la asignación basada en la eficiencia del selector.
- **Módulo de calidad:** este módulo debe ser utilizado para ingresar los resultados de los muestreos diarios sobre las mesas de selección y para analizar los defectos que presenta cada variedad de manzana en cada mesa de selección.
- **Módulo de selector:** este módulo actúa como modulo complementario para mostrar la eficiencia diaria del selector según la categoría.

### 3. Módulo de asignación

#### 3.1. Asignación basada en muestreo

El módulo de asignación es capaz de generar 3 tipos de asignación como se muestra a continuación.



Para generar la asignación diaria del área se debe presionar sobre el botón de asignación basada en muestreo. Al presionar dicho botón se desplegará la siguiente pantalla.

En dicha pantalla se debe ingresar el resultado del muestreo diario que realiza control de calidad en cada mesa de selección, por ejemplo, si en la mesa de categoría choice se



Resultados asignación X

**VARIEDAD**

NÚMERO PERSONAS NECESARIAS:		ASIGNACIÓN SEGÚN ASISTENCIA	
<b>NÚMERO PERSONAS NECESARIAS EN MESA CATEGORÍA 1</b>	<input style="width: 80%;" type="text" value="12"/>	<b>NÚMERO PERSONAS EN MESA CATEGORÍA 1</b>	<input style="width: 80%;" type="text" value="11"/>
<b>NÚMERO PERSONAS NECESARIAS EN MESA CATEGORÍA CHOICE</b>	<input style="width: 80%;" type="text" value="10"/>	<b>NÚMERO PERSONAS EN MESA CATEGORÍA CHOICE</b>	<input style="width: 80%;" type="text" value="8"/>
<b>NÚMERO PERSONAS NECESARIAS EN MESA CATEGORÍA CHOICE</b>	<input style="width: 80%;" type="text" value="1"/>	<b>NÚMERO PERSONAS EN MESA CATEGORÍA CHOICE</b>	<input style="width: 80%;" type="text" value="1"/>

De esta forma se puede apreciar que el número de seleccionadoras mínimo para extraer el flujo de las mesas de selección es de 23 personas, pero la asistencia a las mesas de ese día fue de 20 seleccionadoras por lo se debe apoyar el proceso de selección con 3 personas adicionales.

Al presionar el botón PDF se genera el detalle de la asignación, así como los flujos a extraer por cada mesa.

Finalmente, este módulo de asignación basada en muestreo genera la asignación en base al resultado de los muestreos de las mesas de selección. Dichos muestreos se realizan una vez comenzado el proceso de packing por lo que al comenzar a procesar una variedad sobre la cual aún no se genera un muestreo se recomienda utilizar como asignación la propuesta en la asignación en base a datos históricos de personal.

### 3.2. Asignación basada en datos históricos

La asignación basada en datos históricos determina el numero necesarios de seleccionadoras para la temporada utilizando como base de datos toda la información de los muestreos de la temporada anterior. Además, genera la asignación necesaria para cada variedad considerando de igual forma todos los muestreos de la temporada anterior.

De esta forma a partir de la información de la temporada 2018 se genera una propuesta de seleccionadoras de 17 personas debido a que la variedad brookfield fue la variedad que presento un mayor número de personal. Por otra parte, además se entrega el promedio ponderado según los kg procesados de cada variedad, es decir para calcular el promedio se les asigna un mayor peso a aquellas variedades mayormente procesadas durante la temporada.

Asignación según datos historicos



**NÚMERO MINIMO DE PERSONAS POR VARIEDAD**

Variedad	CAT 1	CHOICE	COMERCIAL	TOTAL
Fuji Raku Raku	7	6	0	14
Granny Smith	9	5	1	15
Pink Lady	11	3	0	14
Brookfield	11	6	0	17
Gala Pacific	6	1	1	9
Gala Premium	9	3	0	12
Galaxy	8	3	0	11
Imperial Gala	9	2	0	10
Red Chief	6	4	0	11
Royal Gala	10	4	1	14
Scarlett	7	5	0	12
Super Chief	8	6	1	15

**NÚMERO PROMEDIO DE PERSONAS POR MESA**

	CAT 1	CHOICE	COMERCIAL
Nº DE PERSONAS	10	5	1
TOTAL	16		

[Generar PDF](#)  
[Volver](#)  
[Menu principal](#)  
[Ver detalle flujos](#)

### 3.3. Asignación basada en eficiencia selector

Finalmente, el módulo de asignación entrega una herramienta complementaria que sirve de ayuda para determinar cuántas personas se necesitan en el área según la eficiencia del selector en cada mesa, para esto se puede ir cambiando los valores de la eficiencia del selector e ir actualizando los resultados al presionar el botón calcular.

Resultados asignación según eficiencia selector



Variedad	CAT 1	CHOICE	COMERCIAL
Fuji Raku Raku	6	6	0
Gala	6	3	1
Granny Smith	7	3	0
Pink Lady	10	1	0
Brookfield	5	3	0
Cripps	Sin datos	Sin datos	Sin datos
Gala Pacific	10	2	Sin datos
Gala Premium	11	3	1
Galaxy	8	2	0
Gale Gala	8	2	0
Imperial Gala	9	2	0
Opal	Sin datos	Sin datos	Sin datos
Red Chief	15	6	1
Royal Gala	7	3	1
Scarlett	7	5	0
Super Chief	7	5	0
Yugala	Sin datos	Sin datos	Sin datos

**EFICIENCIA CAT 1** 67%      **EFICIENCIA COMERCIAL** 88%  
**EFICIENCIA CHOICE** 63%      **Calcular**      **Volver**      **Menu principal**

#### 4. Módulo de calidad

El módulo de calidad sirve para ingresar el detalle de cada muestreo realizado en el área de selección manual. De esta forma se debe presionar sobre el botón de ingresar resultados de muestras y completar el formulario con la información obtenida en el muestreo. Para el ingreso de los resultados del muestreo primero se exige el ingreso de los datos generales, como la variedad, el operador, quien ingresa los datos, el cliente, etc. Para luego proceder a al formulario donde se exige el ingreso del detalle del muestro en relación a los defectos encontrados en cada uno.

Ingreso de resultados del muestreo X



<b>MESA:</b>	<input type="text"/>	<b>HORA:</b>	<input type="text" value="23:40"/>
<b>FECHA:</b>	<input type="text" value="29-07-2018"/>	<b>TURNO:</b>	<input type="text"/>
<b>VARIEDAD:</b>	<input type="text"/>	<b>CLIENTE:</b>	<input type="text"/>
<b>GRUPO</b>	<input type="text"/>	<b>CONTROL CALIDAD:</b>	<input type="text"/>
<b>OPERADOR:</b>	<input type="text"/>	<b>DISTRIBUCIÓN CATEGORICA SELECTOR:</b>	<input type="text"/>
<b>TAMAÑO DE LA MUESTRA:</b>	<input type="text"/>		
<b>TAMAÑO DE LA M.S/HOJAS:</b>	<input type="text"/>		
<b>MANZANAS CAT PRIMERA</b>	<input type="text"/>	<b>Volver</b>	
<b>MANZANAS CAT CHOICE:</b>	<input type="text"/>	<b>Siguiente</b>	
<b>MANZANAS CAT COMERCIAL:</b>	<input type="text"/>		

Resultados manzanas comercial X



MANZANAS COMERCIAL	MANZANAS COMERCIAL	MANZANAS CHOICE
GOLPE DE SOL: <input type="text" value="0"/>	ROCE : <input type="text" value="0"/>	RUSSET
MACHÚCON MODERADO: <input type="text" value="0"/>	CRACKING : <input type="text" value="0"/>	DEFORMIDAD: <input type="text" value="0"/>
MACHÚCON OXIDADO: <input type="text" value="0"/>	DAÑO QUIMICO : <input type="text" value="0"/>	CORCHO <input type="text" value="0"/>
LENTICELOSIS: <input type="text" value="0"/>	FALTA DE COLOR: <input type="text" value="0"/>	GUATA <input type="text" value="0"/>
BITTER PITT: <input type="text" value="0"/>	COLORACIÓN: <input type="text" value="0"/>	ROCE LEVE: <input type="text" value="0"/>
RUSSET: <input type="text" value="0"/>	PENACHO: <input type="text" value="0"/>	PIQUETÉ: <input type="text" value="0"/>
HERIDA: <input type="text" value="0"/>	DAÑO HELADA: <input type="text" value="0"/>	GOLPE DE SOL: <input type="text"/>
PUDRICIÓN: <input type="text" value="0"/>	PIQUETE: <input type="text" value="0"/>	GRIETA: <input type="text" value="0"/>
CORCHO: <input type="text" value="0"/>	SOBREMADURO: <input type="text" value="0"/>	RAMALEO: <input type="text" value="0"/>
GRIETA <input type="text" value="0"/>	FRUTA CON HOJA: <input type="text" value="0"/>	COLORACION: <input type="text" value="0"/>
VENTURIA: <input type="text" value="0"/>	ESCALDADO: <input type="text" value="0"/>	PENACHO: <input type="text" value="0"/>
DEFORMIDAD: <input type="text" value="0"/>	RAMALEO: <input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
DESHIDRATACIÓN: <input type="text" value="0"/>	FUERA DE <input type="text" value="0"/>	<b>VOLVER ATRAS</b>
QUEMADA DE SOL: <input type="text" value="0"/>	POLILLA: <input type="text" value="0"/>	<b>INGRESAR RESULTADO!</b>
INFILTRACIÓN : <input type="text" value="0"/>	PRECALIBRE: <input type="text" value="0"/>	<b>COMPARAR</b>
ESCAMA : <input type="text" value="0"/>		

Finalmente, el modulo entrega de forma complementaria el análisis grafico de los defectos de cada variedad según la mesa de selección en la que se desea la información. Para utilizar este análisis grafico se debe ir modificando la variedad en la parte superior y la categoría para luego presionar el botón graficar, según lo que se desea analizar.

