

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y
COMPUTACIÓN



Trabajo monográfico para optar al título de Ingeniero en
Computación

Título:

Desarrollo de una Suite de herramientas para la gestión, el
control y optimización de procesos productivos enfocados en las
pequeñas y medianas empresas

Autor:

Br. Jimmy Román Espinoza

Tutor:

Msc. José Leónidas Díaz Chow

Managua

Dedicatoria

Dedico principalmente el presente trabajo monográfico a Dios, ya que, sin su misericordia y amor, no estuviera presentando este proyecto. Gracias Dios por permitirme cumplir mis sueños y nunca desampararme.

A mis madres, Leila María Espinoza Ocampo y Xiomara del Socorro Espinoza Ocampo, gracias por sus consejos, sus valores, sus cuidados, los cuales me han permitido ser un hombre de bien, pero más que nada gracias por todo el amor que me han transmitido; este título no es mío, sino que es de ustedes.

A mi abuelita, que, aunque ya descansa en el reino de los cielos, sé que me cuida a cada instante. Gracias por siempre querernos y aconsejarnos, te extrañaremos siempre.

A mi novia Lorena Sánchez Espinoza, gracias por siempre estar conmigo, tus consejos, tu paciencia, y tu amor que día a día me haces sentir.

A cada uno de mis estimados y recordados profesores que tuve el privilegio de recibir clases, en esta tan prestigiosa universidad, en especial al profesor Msc. José Leónidas Díaz Chow que, durante la elaboración del presente trabajo, me sirvió de guía para un mejor planteamiento del sistema desarrollado, gracias por sus consejos, recomendaciones y disponibilidad, cada vez en que me surgía una duda.

Gracias a todos, de todo corazón

I. RESUMEN

A nivel industrial, las pequeñas y medianas empresas están conformadas por procesos dedicados a la transformación de materia prima. Los aspectos adversos en el área de proceso impactan de manera negativa la rentabilidad de las pymes, principalmente en los nuevos negocios de emprendimiento. Las principales áreas comprometidas son: el área de Inventario, procesos y planificación.

En el presente trabajo, se propone una solución práctica e integral, la cual consistirá en una suite de herramientas informáticas en un entorno de escritorio y web, en donde se implementarán métodos y modelos matemáticos y estadísticos que ayudarán a mitigar los impactos negativos en estas áreas.

La metodología de desarrollo de software que se empleó para organizar y estructurar el proyecto será RUP (Rational Unified Process), la cual es una metodología ágil, que permite la construcción incremental en base a iteraciones.

En la etapa de transición, se implantó el sistema en la Pyme **“taller María Victoria**, en donde se calculó el rendimiento, disponibilidad, eficiencia entre otros indicadores operativos, además de inicializar los parámetros requeridos para una óptima planificación y control del proceso.

TABLA DE CONTENIDO

I. Resumen	i
Tabla de contenido	iii
Índice de tablas.....	vi
Índice de formulas	vii
Índice de ilustraciones	viii
II. Introducción.....	1
III. Justificación	2
3.1. Planteamiento del problema	3
IV. Objetivos	6
4.1. Objetivo General.....	6
4.2. Objetivos específicos.....	6
V. Marco Teórico.....	7
5.1. Desarrollo de software.....	7
5.2. Proceso Unificado.....	7
5.2.1. Proceso Unificado Racional.....	7
5.2.2. Metodología RUP	7
5.2.3. Características de RUP	8
5.3. Calidad para el desarrollo de Software	10
5.3.1. Factores de calidad ISO 9126	11
5.3.2. Pruebas de software.....	11
5.4. Planificación y Control de Operaciones	12
5.5. Pymes	13
5.6. Control de operaciones.....	15
5.6.1. Indicadores de control de calidad	15
5.6.2. Control de Calidad.....	16
5.6.3. Control de procesos.....	16
5.6.4. Capacidad del proceso.....	16
5.6.5. Índice de capacidad.....	16
5.7. Planeación de Operaciones.....	17
5.7.1. Punto de equilibrio	17
5.7.2. Inventario.....	17
5.7.3. Modelo de demanda independiente.....	18
5.7.4. Modelo de cantidad fija de pedido	19

5.7.5.	Puntos de reorden	19
5.7.6.	Modelo de la cantidad económica a producir	19
5.7.7.	Modelo de descuentos por cantidad	19
5.7.8.	Modelos de periodo de tiempo fijo	19
5.7.9.	Inventario de seguridad	19
5.7.10.	Pronostico	20
VI.	Marco Conceptual	21
6.1.	Control de procesos.....	21
6.1.1.	Diagrama de control de atributos	22
6.1.2.	Diagrama de control de variables	24
6.1.3.	Diagramas de control para sistemas de Demérito	25
6.1.4.	Índice de capacidad.....	26
6.2.	Planeación de operaciones y Control de Inventario	26
6.2.1.	Punto de equilibrio	26
6.2.2.	Planeación de Inventario	27
6.2.3.	Modelos de demanda independiente	27
6.7.	Aspectos técnicos.....	32
VII.	Diseño Metodológico.....	34
7.1.	Metodología de la investigación.....	34
7.1.1.	Enfoque metodológico	34
7.1.2.	Población.....	34
7.1.3.	Técnicas de recolección de datos.....	35
7.1.4.	Fuentes primarias	35
7.1.5.	Fuentes secundarias	35
7.1.6.	Operacionalización de las variables.....	35
7.2.	Metodología de software aplicada	37
7.2.1.	Entregables del proyecto	37
7.2.2.	Evolución del plan de desarrollo del software	38
VIII.	Desarrollo de la suite para la gestión, el control y OPTIMIZACIÓN DE procesos productivos	40
8.1.	Inicialización	40
8.1.1.	Requerimientos funcionales.....	40
8.1.2.	Requerimientos no funcionales.....	41
8.1.3.	Análisis de factibilidad	41

8.2.	Elaboración.....	52
8.2.1.	Modelo de casos de Uso	52
8.2.2.	Gestión Operacional	53
8.2.3.	Planeación de Operaciones.....	57
8.2.4.	Control Operacional.....	61
8.2.5.	Uso de la aplicación Web	64
8.2.6.	Modelado de datos	68
8.2.7.	Diagrama de clases	69
8.2.8.	Diagrama de base de datos.....	78
8.2.9.	Diagrama de actividades	78
8.2.10.	Diagrama de secuencia	78
8.3.	Construcción de la herramienta de la suite	82
8.3.1.	Acceso de datos con SQL	84
8.3.2.	Creación de módulos.....	84
8.4.	Etapa de transición	88
8.4.1.	Pruebas funcionales del sistema	89
8.4.2.	Pruebas de seguridad de software	95
8.4.3.	Implantación en el taller María Victoria	96
8.4.4.	Manual de usuario	101
IX.	Conclusiones.....	102
X.	Recomendaciones	103
XI.	Bibliografía	104
XII.	Anexos	106
	Anexo I: Requerimientos funcionales	106
	Anexo II: Modelo de datos, módulo gestión operacional.....	110
	Anexo III: Modelo de datos, módulo planeación operacional.....	111
	Anexo IV: Modelo de datos, módulo control operacional	112
	Anexo V: Diagramas de base de datos	113
	Anexo VI: Diagrama de actividades.....	116
	Anexo VII: Diagrama de secuencia	119
	Anexo VIII: Formato propuesto para el registro de la producción	124
	Anexo IX: Cálculo de indicadores operacionales en el taller María Victoria	125
	Anexo X: Manual de usuario	132

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Problemas identificados por áreas en las PYMES	5
Tabla 2: Diez decisiones críticas para cualquier organización	12
Tabla 3: Clasificación de Pymes en Nicaragua	14
Tabla 4: Clasificación de Pymes Mundial, País por INB	14
Tabla 5: Valores de confianza para una distribución Normal	21
Tabla 6: Operacionalización de las variables	36
Tabla 7: Actividades a realizar por cada fase RUP	38
Tabla 8: Detalle de equipo para implementación del entorno de escritorio	42
Tabla 9: Detalle de software requerido para implementación del sistema	42
Tabla 10: Parámetros para puntos de función	43
Tabla 11: Costo de equipos al implementar el sistema con el entorno web	47
Tabla 12: Requerimientos de software del sistema con entorno web	48
Tabla 13: Parámetros para puntos de función con entorno web	49
Tabla 14: Riesgos del sistema, medidas de prevención y acciones de mitigación	51
Tabla 15: Caso de uso, creación de productos materia prima	55
Tabla 16: Caso de uso, añadir código de barra	55
Tabla 17: Agregar proveedor	56
Tabla 18: Caso de uso, gestionar órdenes de compras	56
Tabla 19: Caso de uso, recepcionar orden de compra	56
Tabla 20: Caso de uso, devolución de materia prima	57
Tabla 21: Caso de uso, crear producto terminado	59
Tabla 22: Caso de uso, definir componentes	59
Tabla 23: Caso de uso, registrar producción	59
Tabla 24: Caso de uso, calcular punto de equilibrio	60
Tabla 25: Caso de uso, cantidad económica a producir y a pedir	60
Tabla 26: Caso de uso, calcular pronóstico	60
Tabla 27: Caso de uso, calcular límites de control	63
Tabla 28: Caso de uso, generar diagramas	63
Tabla 29: Caso de uso, registrar usuario	65
Tabla 30: Caso de uso, asignar roles	66
Tabla 31: Caso de uso, agregar roles	66
Tabla 32: Caso de uso, ingresar al sistema	67
Tabla 33: Caso de uso, validar acceso de usuario	67
Tabla 34: Caso de uso, restaurar parámetros de acceso al sistema	67
Tabla 35: Prueba unitaria, validación de creación de producto de materia prima	89
Tabla 36: Prueba unitaria, obtener costo promedio de materia prima	90
Tabla 37: Prueba unitaria, buscar órdenes de compra	91
Tabla 38: Prueba unitaria, obtener producción acumulada	92
Tabla 39: Prueba unitaria, obtener punto de equilibrio	93
Tabla 40: Prueba unitaria, registrar control de calidad con el método P	94
Tabla 41: Prueba unitaria, acceso al sistema	95
Tabla 42: Prueba unitaria, recuperar contraseña	95
Tabla 43: Requerimientos funcionales	106
Tabla 44: Registro de control de calidad	130

ÍNDICE DE FORMULAS

Fórmula 1: Cálculo de muestra	21
Fórmula 2: Límites de Control, Diagrama P	22
Fórmula 3: Fracción no conforme	22
Fórmula 4: Optimización Límites de control P	23
Fórmula 5: Límites de Control Diagrama C	23
Fórmula 6: Estimador u	24
Fórmula 7: Amplitud Media	24
Fórmula 8: Amplitud media de la muestra	24
Fórmula 9: Estimador de desviación estándar	25
Fórmula 10: Número de deméritos por unidad	26
Fórmula 11: Índice de capacidad	26
Fórmula 12: Cálculo de Punto de equilibrio	27
Fórmula 13: Costo Anual de ordenar	27
Fórmula 14: Costo Anual de Mantener	27
Fórmula 15: Cantidad Óptima a Ordenar	27
Fórmula 16: Número de órdenes esperadas	28
Fórmula 17: Costo Total de Pedido	28
Fórmula 18: Punto de Reorden	28
Fórmula 19: Demanda por Día	28
Fórmula 20: Cantidad Económica a producir	29
Fórmula 21: Costo Total, Cantidad Económica a producir	29
Fórmula 22: Cantidad Óptima por descuentos	30
Fórmula 23: Promedio Móvil Ponderado	31
Fórmula 24: Error porcentual absoluto medio	31
Fórmula 25: Suavización exponencial	31
Fórmula 26: Modelo de regresión lineal	32
Fórmula 27: Cálculo de cantidad de líneas de código	43
Fórmula 28: Cálculo del esfuerzo de desarrollo del sistema	46
Fórmula 29: Tiempo de desarrollo	46
Fórmula 30: Personal promedio para COCOMO	47

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1: Principales problemas en las pequeñas y grandes empresas. Fuente: Encuesta de empresas sostenible Nicaragua 2015, COSEP</i>	3
<i>Ilustración 2: Principales problemas en el sector productivo. Fuente: Encuesta de empresas sostenible Nicaragua 2015, COSEP</i>	4
<i>Ilustración 3: Estructura del diseño metodológico</i>	34
<i>Ilustración 4: Metodología RUP</i>	39
<i>Ilustración 5: Factores de cálculo de KLDC</i>	44
<i>Ilustración 6: Constantes para el modelo COCOMO</i>	44
<i>Ilustración 7: Factores cualitativos para la evaluación del sistema con entorno de escritorio</i>	45
<i>Ilustración 8: Factores cualitativos para la evaluación del sistema con entorno de escritorio y web</i>	50
<i>Ilustración 9: Caso de uso, interacción con el sistema</i>	53
<i>Ilustración 10: Caso de uso, modulo gestión operacional</i>	54
<i>Ilustración 11; Casi de uso, módulo planeación de operaciones</i>	58
<i>Ilustración 12: Caso de uso, modulo control operacional</i>	62
<i>Ilustración 13: Módulo gestión web</i>	65
<i>Ilustración 14: Diagrama de clase, Gestión operacional</i>	72
<i>Ilustración 15: Diagrama de clases, Planeación operacional</i>	75
<i>Ilustración 16: Diagrama de clase, Control operacional</i>	77
<i>Ilustración 17: Estructura de la capa de acceso a datos</i>	83
<i>Ilustración 18: Estructura de la capa de vista</i>	83
<i>Ilustración 19: Estructura de la capa de lógica del negocio</i>	84
<i>Ilustración 20: Fragmento de código para la obtención de ordenes de compras</i>	85
<i>Ilustración 21: Fragmento de código para el procedimiento de registro de producción</i>	86
<i>Ilustración 22: Fragmento de código para el procedimiento de registro de tiempo improductivo</i>	86
<i>Ilustración 23: Fragmento de código del procedimiento de producción</i>	87
<i>Ilustración 24: Procedimiento almacenado para el cálculo de regresión lineal</i>	87
<i>Ilustración 25: Fragmento de código para el cálculo de la constante de proyección</i>	88
<i>Ilustración 26: Diagrama de flujo para la fabricación de ataúdes de perfil medio</i>	98
<i>Ilustración 27: Instalación de SQL-Server 2014</i>	99
<i>Ilustración 28: Publicación del sitio Suite Herramientas Pymes</i>	99
<i>Ilustración 29: Configuración de Sitio en servidor IIS</i>	99
<i>Ilustración 30: Instalación de entorno de escritorio</i>	100
<i>Ilustración 31: Modelo de datos, módulo gestión operacional</i>	110
<i>Ilustración 32: Modelo de datos, módulo planeación operacional</i>	111
<i>Ilustración 33: Modelo de datos, módulo control operacional</i>	112
<i>Ilustración 34: Diagrama de base de datos, Gestión operacional</i>	113
<i>Ilustración 35: Diagrama de base de datos, planeación de operaciones</i>	114
<i>Ilustración 36: Diagrama de base de datos, Control operacional</i>	115
<i>Ilustración 37: Diagrama de actividad, Gestión de operaciones</i>	116
<i>Ilustración 38: Diagrama de actividad, Planeación operacional</i>	117
<i>Ilustración 39: Diagrama de actividad, Control operacional</i>	118
<i>Ilustración 40: Diagrama de secuencia, creación de productos de materia prima</i>	119
<i>Ilustración 41: Diagrama de secuencia, creación de proveedores</i>	120
<i>Ilustración 42: Diagrama de secuencia, creación de órdenes de compras</i>	120
<i>Ilustración 43: Diagrama de secuencia, devolución de productos</i>	121
<i>Ilustración 44: Diagrama de secuencia, pronóstico a mediano plazo</i>	122
<i>Ilustración 45: Diagrama de secuencia, control de calidad con el método P</i>	123
<i>Ilustración 46: Evolución de costo de MO, costos de producción y rendimiento</i>	125
<i>Ilustración 47: Rendimiento e improductividad</i>	125
<i>Ilustración 48: Fallas operacionales identificadas en el Taller</i>	126

<i>Ilustración 49: Evolución de la eficiencia general</i>	127
<i>Ilustración 50: Diagrama de control de Demerito</i>	127
<i>Ilustración 51: Pronóstico a corto plazo</i>	128
<i>Ilustración 52: Indicadores de pronostico a corto plazo</i>	129
<i>Ilustración 53: Pronóstico a mediano plazo</i>	129
<i>Ilustración 54: Inicio de sesión</i>	132
<i>Ilustración 55: Restablecer contraseña</i>	132
<i>Ilustración 56: Pantalla principal</i>	133
<i>Ilustración 57: Gestión operacional</i>	133
<i>Ilustración 58: Creación de producto</i>	134
<i>Ilustración 59: Productos creados</i>	134
<i>Ilustración 60: Editar productos</i>	135
<i>Ilustración 61: Creación de proveedores</i>	135
<i>Ilustración 62: Creación de orden de compra</i>	136
<i>Ilustración 63: Cálculo de orden de compra</i>	137
<i>Ilustración 64: Recepción de orden de compra</i>	137
<i>Ilustración 65: Recepción de orden de compra</i>	138
<i>Ilustración 66: Devolución de compra</i>	139
<i>Ilustración 67: Lista de utilidades</i>	140
<i>Ilustración 68: Creación de bodega</i>	140
<i>Ilustración 69: Consulta de kardex</i>	141
<i>Ilustración 70: Salida de inventario</i>	142
<i>Ilustración 71: Gestión diaria</i>	143
<i>Ilustración 72: Parámetros de cálculo para el registro de producción</i>	143
<i>Ilustración 73: Gestión diaria, registro de producción</i>	144
<i>Ilustración 74: Registro de producción, detalle de tiempo no productivo y fallas</i>	145
<i>Ilustración 75: Indicadores de proceso, disponibilidad</i>	145
<i>Ilustración 76: Indicadores de proceso, rendimiento</i>	146
<i>Ilustración 77: Punto de equilibrio</i>	147
<i>Ilustración 78: Cantidad económica a pedir</i>	148
<i>Ilustración 79: Cantidad económica a producir</i>	149
<i>Ilustración 80: Cantidad económica con descuentos</i>	151
<i>Ilustración 81: Inventario de seguridad</i>	152
<i>Ilustración 82: Pronóstico a corto plazo</i>	154
<i>Ilustración 83: Pronóstico a mediano plazo</i>	155
<i>Ilustración 84: Pronóstico a largo plazo</i>	156
<i>Ilustración 85: Control por atributos: Diagrama P</i>	158
<i>Ilustración 86: Control de atributos, diagrama C</i>	159
<i>Ilustración 87: Control de variable, método X</i>	160
<i>Ilustración 88: Control de variable, control R</i>	161
<i>Ilustración 89: Control de Demerito</i>	162
<i>Ilustración 90: Acceso a creación de usuarios</i>	163
<i>Ilustración 91: Registrar un nuevo usuario</i>	163
<i>Ilustración 92: Acceso para crear Roles</i>	164
<i>Ilustración 93: Creación de roles</i>	164
<i>Ilustración 94: Asignación de Roles</i>	165

II. INTRODUCCIÓN

A nivel industrial, las pequeñas y medianas empresas están conformadas por procesos dedicados a la transformación de materia prima en productos terminados, y es de suma importancia llevar el control y la correcta gestión de lo que se está produciendo.

Los aspectos adversos en el área de proceso impactan negativamente la rentabilidad de las pymes, principalmente en los nuevos negocios; según estudios realizados por el COSEP (COSEP, 2005), del 100% de las empresas que se crean: 75% no crece y permanece en un estado “inerte”, o se muere dentro de los 5 primeros años.

El 20% tiene un crecimiento muy reservado, el 5% tiene un crecimiento particular de más del 25% anual, de forma sostenida por más de 5 años

La pyme **“Taller María Victoria”**, es una pequeña empresa especializada en la producción de muebles para salas y ataúdes de maderas de perfil bajo y medio, a nivel industrial, el taller está compuesto esencialmente por áreas que corresponden a procesos que son: Corte y armados, Curado y Lijado, Pintura, Tapizado, Herraje y Colocación de Vidrio

Los aspectos adversos en el proceso productivo afectan principalmente las siguientes áreas: Control de Inventario, Planificación de producción, Programación de recursos

Al considerar que, para esta Pyme, unos de los aspectos primordiales es la competitividad y la productividad, es necesario tomar medidas que permitan aprovechar en un 100% el tiempo productivo, alcanzando así un alto grado de eficiencia.

El presente proyecto, pretende brindar las principales herramientas para la gestión, control y planificación de los procesos dedicados a la transformación de materia prima en producto terminado, implementando algoritmos, métodos y modelos matemáticos y estadísticos enfocados en áreas anteriormente mencionadas.

III. JUSTIFICACIÓN

Las Pymes juegan un rol esencial en toda sociedad en términos de producción, empleo y perspectivas de crecimiento y en Nicaragua no es la excepción. El desarrollo del presente trabajo consistirá en la implementación de diferentes métodos y técnicas ingenieril contenidos en una suite de herramientas en ambiente aplicación de escritorio como en entorno web al “**Taller María Victoria**”, estas herramientas permitirán optimizar y solucionar a gran medida las principales carencias que presentan el área operacional en este taller.

Se puntualizará el uso de estas herramientas, que permitirá brindar un instrumento de fácil uso y totalmente funcional para esta pyme, realizando funciones de planeación y programación de actividades operacionales.

Esta suite estará compuesta por una aplicación de escritorio (stand alone) y una aplicación web, en donde se implementarán todos los métodos, modelos y algoritmos seleccionados.

Estas herramientas adecuarán los lineamientos y objetivos con las exigencias actuales, enfocados en las siguientes áreas:

- Producción (Planeación y programación de la producción)
- Control de Calidad (Aplicación de métodos y herramientas estadísticas enfocados al proceso productivo)
- Inventario (Control, planeación y programación del inventario, tanto inventario de materia prima, en proceso y terminado)
- Pronósticos (A corto, mediano y largo plazo)

La utilización de las herramientas implementadas en esta suite, permitirá cuantificar los principales indicadores dentro de las áreas antes mencionadas, de manera más eficiente, además de contar con diferentes mecanismos que permitirá dar seguimiento y control de las diferentes actividades que se desarrollen, dando así una mayor visibilidad de los procesos y actividades para la toma de decisiones.

3.1. Planteamiento del problema

Los estudios para identificar los problemas de las pequeñas y medianas empresas (Pymes), mezclan dos tipos de enfoques que llamaremos enfoques externo e interno; el enfoque externo se caracteriza en que las afectaciones son de carácter macroeconómico y en donde las Pymes no tienen influencia para su solución (Vaart, 2008); mientras que el enfoque interno en cambio, se caracteriza por problemas derivados de la gestión propia del negocio y del sector económico al que pertenecen y donde las Pymes son responsables de su solución y mejora.

El taller, no cuenta con herramientas que permitan planear correctamente su producción, medir y controlar la calidad de sus productos, distribuir correctamente el trabajo a ejecutar, lo que provoca un nivel de productividad bastante discreto, con altos costos de producción, además de constantes diferencias en existencias.

Según estudios realizados por la Organización Internacional del Trabajo (OIT) en colaboración con el Consejo Superior de la Empresa Privada (COSEP) en el año 2015 (Encuesta de empresas sostenibles Nicaragua, 2015), detallan que los principales problemas para las Pymes en nuestro país, se centran en el área operacional y tecnológica a como se aprecia en la ilustración siguiente



Ilustración 1: Principales problemas en las pequeñas y grandes empresas. Fuente: Encuesta de empresas sostenible Nicaragua 2015, COSEP

Al enfocar el estudio por sector industrial, específicamente en el sector secundario (Empresas que se dedican a la transformación de materia prima a productos terminados), que es el enfoque del presente proyecto, se determina que un alto número de empresas presenta problemas en aspectos operacional y tecnológico.

Aproximadamente un 69% de las empresas del sector secundario presentan problemas en la administración de inventario, un 33% en la capacidad de adaptación a nuevas tecnologías, un 42% poseen desconocimiento en el manejo de programas informáticos especializados, un 41% presenta una falta de conocimientos en la planificación operativa y un 35% cometen errores en la adquisición de insumos para la prestación o fabricación de bienes y servicios. En la ilustración siguiente se muestra dichos problemas y su impacto en el sector productivo (secundario).



Ilustración 2: Principales problemas en el sector productivo. Fuente: Encuesta de empresas sostenible Nicaragua 2015, COSEP

A como se mencionó, los principales problemas que confrontan las Pymes se centran en el área operacional, y el taller María Victoria, no es la excepción, como ejemplo, en una visita exploratoria a esta Pyme se identificó que en un periodo atrás, se había realizado de forma incorrecta la planeación en la compra de materia prima, este suceso llevó a sobre-inventariar el área de bodega, incurriendo en costos adicionales de almacenaje, sumado a esto, la falta de un control de indicadores y a una escasa supervisión de estándares de desempeño acrecentaron esta contrariedad llevando a esta pyme a confrontar considerables pérdidas económicas y tecnológicas.

En el presente trabajo, se propondrá diferentes mecanismos enfocados en la solución de problemas en las siguientes áreas:

Tabla 1: Problemas identificados por áreas en las PYMES

Área	Problemas
Inventario	Modelo de demanda independiente: <ul style="list-style-type: none"> a) Cantidad fija de pedido b) Establecimiento de niveles de inventarios de seguridad c) Modelo de periodo de tiempo fijo Modelo de demanda dependiente: <ul style="list-style-type: none"> a) Cantidad económica de pedido b) Costo total mínimo c) Costo unitario mínimo d) Mejor tamaño de lote
Planeación	Proyección Planeación total de la producción
Calidad	Muestra de aceptación Tamaño de lote Control de procesos: <ul style="list-style-type: none"> a) Diagrama X y R b) Diagrama P y C c) Diagramas de Demerito d) Índice de capacidad e) Límites de control

De igual manera, se dispondrá de un módulo enfocado en el control y la gestión diaria de la operación, relacionando todos estos métodos en una única solución, lo cual permitirá generar valiosa información para la toma de decisiones.

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Desarrollar una suite de herramientas informáticas para la gestión, el control y planificación de procesos productivos enfocados a las pequeñas y medianas empresas.

4.2. Objetivos específicos

- Definir el alcance de las herramientas a desarrollar en función de los requerimientos de gestión de la Pyme
- Seleccionar los mecanismos, algoritmos y modelos matemáticos y estadísticos enfocados en el control, planificación y gestión de operaciones a implementar en la suite de herramientas informáticas.
- Desarrollar los métodos de control, planificación y gestión de operaciones en un entorno web y aplicativo de escritorio.
- Codificar aplicación de escritorio y aplicación web, implementando los métodos seleccionados, enfatizando en los mecanismos de usabilidad y seguridad de parte de los usuarios
- Instalar e implementar la suite de herramientas en la Pyme “Taller María Victoria”
- Determinar los principales indicadores de operatividad en el taller María Victoria

V. MARCO TEÓRICO

Para el correcto entendimiento del presente proyecto, se definirá primeramente conceptos claves en aspectos del proceso de desarrollo del software, procediendo a las definiciones de los distintos métodos, algoritmos y herramientas a utilizar.

5.1. Desarrollo de software

Para Pressman, (Pressman, 2010) , el desarrollo es como un marco de trabajo usado para estructurar, planificar y controlar el proceso de desarrollo en sistemas de información.

5.2. Proceso Unificado

Es una metodología de desarrollo de software, basado en UML, organiza el desarrollo de software en fases con actividades y entregables a realizar. Hay una serie de herramientas y productos para facilitar la aplicación. Una de las más populares es la “Rational Unified Process” (RUP). (Pressman, 2010)

5.2.1. Proceso Unificado Racional

Es un proceso de desarrollo de software desarrollado por la empresa Rational Software, actualmente propiedad de IBM, junto con el lenguaje unificado de modelado (UML), constituye la metodología estándar más utilizada para el análisis, diseño, implementación y documentación de sistemas orientados a objetos. (procesosdesoftware.wikispaces.com, 2017)

5.2.2. Metodología RUP

(Sommerville, 2005), describe la metodología de desarrollo de software RUP en fases, estas son:

- Fase de inicio: Esta fase tiene como propósito definir y acordar el alcance del proyecto, identificar los riesgos, proponer una visión muy general de la arquitectura de software y producir un plan de las actividades a realizar.
- Fase de elaboración: En la fase de elaboración se seleccionan los casos de uso que permiten definir la arquitectura base del sistema y se desarrollan en esta

fase, se realiza la especificación de los casos de uso seleccionados y el primer análisis del dominio del problema, se diseña la solución preliminar

- Fase de desarrollo/Construcción: El propósito de esta fase es completar la funcionalidad del sistema, para ello se deben clarificar los requisitos pendientes, administrar los cambios de acuerdo a las evaluaciones realizados por los usuarios y se realizan las mejoras para el proyecto
- Fase de transición/cierre: El propósito de esta fase es asegurar que el software esté disponible para los usuarios finales, ajustar los errores y defectos encontrados en las pruebas de aceptación, capacitar a los usuarios y proveer de soporte técnico necesario

Además (Sommerville, 2005), describe estas características en la metodología

5.2.3. Características de RUP

- Forma disciplinada de asignar tareas y responsabilidades
- Pretende implementar las mejores prácticas en ingeniería de software
- Desarrollo iterativo
- Administración de requisitos
- Uso de arquitectura basada en componentes
- Control de cambios
- Modelado visual del software
- Verificación de la calidad del software

Los entregables a implementar la metodología RUP se enumeran a continuación

Modelo de casos de uso del Negocio

Es un modelo de las funciones de negocio vistas desde la perspectiva de los actores externos. Este modelo se representa con un diagrama de casos de uso usando estereotipos específicos para este modelo

Modelo de objetos del Negocio

Modelo que describe la realización de cada caso de uso del negocio, estableciendo los actores internos, la información que en términos generales manipulan y los flujos del trabajo (workflows) asociados al caso de uso del negocio. Para la representación

de este modelo se utilizan diagramas de colaboración (para mostrar actores externos, internos, y las entidades que manipulan, un diagrama de clases para mostrar gráficamente las entidades del sistema y sus relaciones, y diagramas de actividad para mostrar los flujos de trabajo.

Glosario

Es un documento que define los principales términos usados en el proyecto. Permite establecer una terminología consensuada

Modelo de casos de uso

El modelo de casos de uso presenta las funciones del sistema y los actores que hacen uso de ellas. Se representa mediante diagramas de casos de uso.

Especificaciones de casos de uso

Para los casos de uso que lo requieran (cuya funcionalidad no sea evidente o que no baste con una simple descripción narrativa) se realiza una descripción detallada utilizando una plantilla de documento, donde se incluyen: precondiciones, post-condiciones, flujo de eventos, requisitos no funcionales asociados.

Especificaciones adicionales

Este documento capturará todos los requisitos que no han sido incluidos como parte de los casos de uso y se refieren requisitos no funcionales globales.

Modelo de análisis, diseño y datos

Se incluye la realización de los casos de uso en clases, pasando desde una representación en términos de análisis hacia una de diseño, previendo que la persistencia de la información del sistema será soportada por una base de datos relacional, este modelo describe la representación lógica de los datos persistentes.

Modelo de implementación

Se muestra la colección de componentes y los subsistemas que los contienen. Estos componentes incluyen: ficheros ejecutables, ficheros de código fuente, y otros elementos necesarios para la implementación y despliegue de la suite de herramientas.

Casos de prueba

Cada prueba es especificada mediante un documento que establece las condiciones de ejecución, las entradas de la prueba, y los resultados esperados. Cada caso de prueba llevará asociado un procedimiento de prueba con las instrucciones para ejecutarse.

Plan de iteración

Conjunto de actividades y tareas ordenadas temporalmente, con recursos asignados, dependencias entre ellas. Se realiza para cada fase y para cada iteración.

Manual de instalación

Este documento incluye las instrucciones para realizar la instalación del producto

Manual de funcionalidad

Este documento incluye las fórmulas, métodos y algoritmos a utilizar en la suite de herramientas.

Producto

Conjunto de elementos, como ficheros, instaladores, empaquetados en una unidad de almacenamiento, con los mecanismos apropiados para facilitar su instalación. El producto final será una suite de herramientas compuesta por una aplicación de escritorio (stand alone) y una aplicación web, en donde se relacionarán mutuamente para mantener la persistencia de los datos mediante diferentes mecanismos.

Las actividades a realizar, se planifican considerando los estándares de calidad, teniendo en cuenta la usabilidad y funcionalidad de cara al usuario, dicho lo cual, se procede a definir los conceptos claves de estos estándares de calidad en el desarrollo del software.

5.3. Calidad para el desarrollo de Software

(Plattini & Garcia, 2003) En su libro Calidad en el desarrollo y mantenimiento del software, define la calidad del software de la siguiente manera:

En el sentido más general, se define como: Proceso de desarrollo de software, que se aplica de manera que crea un producto útil, que proporciona valor medible a quienes lo producen y a quienes lo utilizan.

Para crear un producto útil, y que proporcione valor medible a quienes lo utilizan, se deben de seguir directrices o factores de calidad en todo el proceso de desarrollo, para el presente proyecto se consultarán las recomendaciones planteadas en la ISO/IEC 9126, que es un estándar internacional para la evaluación de calidad del software.

5.3.1. Factores de calidad ISO 9126

El estándar ISO 9126 se desarrolló con la intención de identificar los atributos claves del software de cómputo, este sistema identifica seis atributos claves de la calidad (Montgomery, 2005).

Funcionalidad: Grado en el que el software satisface las necesidades planteadas según las establecen los atributos siguientes: Adaptabilidad, exactitud, interoperabilidad, cumplimiento y seguridad

Confiabilidad: Cantidad de tiempo que el software se encuentra disponible para su uso

Usabilidad: Grado en el que el software es fácil de usar

Eficiencia: Grado en el que el software emplea óptimamente los recursos del sistema,

Facilidad de recibir mantenimiento: Facilidad con la que pueden efectuarse reparaciones al software.

5.3.2. Pruebas de software

Conjunto de actividades, que suelen orientarse a comprobar determinados aspectos de un sistema de software. Las pruebas pueden ser funcionales y no funcionales; para el presente proyecto, para las pruebas funcionales se utilizará “Pruebas de caja Negra” ya que se valorará el comportamiento externo del sistema, las pruebas de seguridad y las pruebas de interoperabilidad entre los componentes de la suite.

Con respecto a las pruebas no funcionales se considerarán los aspectos de usabilidad y fiabilidad de la suite.

Una vez definido todos los conceptos relacionados al proceso de desarrollo del software, a continuación, se detallarán los conceptos claves para el entendimiento de los métodos y algoritmos a utilizar en esta suite de herramientas.

5.4. Planificación y Control de Operaciones

(Chapman, 2017), en su libro Planificación y Control de la producción, define lo siguiente:

“El control y planificación de operaciones son dos de las principales funciones de cualquier organización, y se relacionan integralmente con el resto de las funciones empresariales”.

Toda organización comercializa (venden), financia (contabiliza) produce (opera), y es de suma importancia saber cómo funciona la actividad operacional.

(Jay Heizer, 2004) Define diez decisiones críticas para cualquier organización. La *Tabla 2: Diez decisiones críticas para cualquier organización*, las enumera a continuación.

Tabla 2: Diez decisiones críticas para cualquier organización

Diez áreas de decisión	Aspectos
Diseño de servicio y producto	¿Qué bien o servicio se está ofreciendo? ¿Cómo se debe diseñar estos productos?
Administración de la calidad	¿Quién es responsable de la calidad? ¿Cómo definimos la calidad?
Diseño del proceso	¿Qué procesos y capacidad requerirán estos productos? ¿Qué equipos y tecnologías se requerirán para estos procesos?

Localización	¿Dónde debemos ubicar las instalaciones?
Diseño de la distribución	¿Cuál es la capacidad de la planta instalada?
Diseño del trabajo	¿Cuál es la productividad de nuestros operarios? ¿En cuánto tiempo se cumple con el plan de producción?
Administración de la cadena de suministro	¿Debemos comprar este componente? ¿Quiénes son nuestros proveedores?
Inventario, Planeación de requerimientos de materia y JIT (Justo a tiempo)	¿Cuánto inventario debemos tener de cada artículo? ¿Cuándo debemos reordenar?
Programación a mediano y corto plazos	¿Cómo vamos con el cumplimiento trimestral, semestral, anual? ¿Qué puntos debemos de fortalecer según la proyección trimestral, semestral y anual?
Mantenimiento	¿Cuándo se debe de realizar el mantenimiento? ¿Qué mantenimientos se realizarán?

De manera general se compactarán una serie de métodos y técnicas, diversificados en módulos que darán soluciones integrales y eficientes en el día a día operacional, considerando las principales necesidades que una Pyme puedan tener.

Pero ¿Qué es una Pyme?, a continuación, se define este concepto

5.5. Pymes

Según la ley 645 de Nicaragua, Pyme es toda aquella pequeña y mediana empresa que opera como persona natural o jurídica en los diversos sectores de la economía, y

se clasifica dependiendo del número de trabajadores permanentes, activos totales y ventas anuales. (Ley 645, Diario Oficial de la República de Nicaragua, 2008).

Tabla 3: Clasificación de Pymes en Nicaragua

Variable	Micro	Pequeña	Mediana
Número totales de trabajadores	1-5	6-30	31-100
Activos totales(Córdobas C\$)	Hasta 200 mil	Hasta 1.5 millones	Hasta 6 millones
Venta totales anuales (Córdobas C\$)	Hasta 1 millón	Hasta 9 millones	Hasta 40 millones

Esta clasificación es utilizada en Nicaragua, pero no es un estándar internacional. En la siguiente tabla se muestra la clasificación internacional (Vaart, 2008).

Tabla 4: Clasificación de Pymes Mundial, País por INB

País por INB (Ingreso Neto Bruto)	No. Máximo de empleados
Noruega	100
Suiza	250
Australia	200
Brasil	100
Bielorrusia	250
Tailandia	200
Perú	200
Moldavia	250
Marruecos	200
Egipto	50
Nicaragua	100

Pakistán	50
Vietnam	300
Bangladesh	100
Ghana	100
Tanzania	20
Malawi	50

La implementación de estas herramientas, se agruparán en tres grandes clasificaciones, control de procesos, planeación de operaciones y gestión operacional. A continuación, se explicarán los métodos aplicados en estas clasificaciones

5.6. Control de operaciones

Para (Chase, Aquilano, & Jacob, 2004), en su libro “**Administración de producción y operaciones**” el control de operaciones, es la función administrativa que permite la medición y corrección del desempeño a fin de garantizar el cumplimiento de los objetivos de la empresa y de los planes ideados para alcanzarlos.

Los métodos de control a implementar son:

- Indicadores de control de calidad
- Control de calidad
- Control de procesos
- Capacidad de proceso
- Índice de capacidad

5.6.1. Indicadores de control de calidad

El autor Douglas C. Montgomery, en su libro “**Control Estadístico de la Calidad**” los define como la relación entre las variables cuantitativas o cualitativas, que permiten observar la situación y las tendencias de cambio generadas en el objeto o fenómeno observado, respecto a objetivos y metas previstos (Montgomery, 1991)

5.6.2. Control de Calidad

Por otro lado Stephens Wadsworth, explica en su libro **“Métodos de Control de Calidad”** que el control de calidad es llevar a cabo procesos que permitan y aseguren que lo producido cumpla con sus correspondientes legislaciones y objetivos planteados (Wadsworth, 2012)

5.6.3. Control de procesos

(Wadsworth, 2012) , además explica que el control del proceso se refiere a la supervisión de la calidad mientras se está produciendo el bien o el servicio.

5.6.3.1. Control del proceso con mediciones por atributos

La medición por atributos entraña tomar muestras y emplear una sola decisión: el producto es bueno o es malo. Es una decisión de sí o no, es posible utilizar estadísticas simples para elaborar diagramas p, diagramas c, con un límite superior de control y un límite inferior de control. (Montgomery, 1991)

5.6.3.2. Control de proceso con mediciones variables

A diferencia del proceso con mediciones por atributos, que determina si algo está bien o está mal, el muestreo con variables se mide variables de control (volumen, peso, número de pulgadas, etc.) y se desarrollan diagramas de control para determinar la aceptabilidad o el rechazo del proceso con base en esas mediciones (Montgomery, 1991)

5.6.4. Capacidad del proceso

Es la adopción del proceso a los límites seis sigmas, seis sigmas significa seis desviaciones estándar en relación con la media.

5.6.5. Índice de capacidad

Muestra que tan bien las piezas que se están produciendo se ajustan dentro del rango especificado por los límites de diseño.

Tanto el método de cálculo de capacidad del proceso y el índice de capacidad, solamente se aplican al control de mediciones variables

5.7. Planeación de Operaciones

La planeación de operaciones define el proceso de producción que se sigue hasta llegar al producto final, y que ayudan a que la empresa cumpla con su finalidad principal. (Chase, Aquilano, & Jacob, 2004)

Los métodos a implementar son:

- Punto de equilibrio
- Planeación del inventario
 - Modelo de demanda independiente
 - Modelo de demanda dependiente
 - Modelo de cantidad fija de pedidos
 - Puntos de Reorden
 - Modelo de cantidad económica a producir
 - Modelo de descuentos por cantidad
 - Modelos de periodo de tiempos fijos
 - Inventarios de Seguridad
- Pronósticos
 - A corto Plazo (Promedio ponderado)
 - A mediano y largo plazo (Suavizamiento exponencial)
 - Serie de tiempo (Regresión lineal)

5.7.1. Punto de equilibrio

(Niegel & Freivalds, 2004) En su libro **“Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo”** define el punto de equilibrio como una herramienta financiera que permite determinar el momento en el cual la producción cubrirá exactamente los costos, expresándose en valores, porcentaje y/o unidades.

5.7.2. Inventario

Relacionado a esta área, los autores Chase, Aquilano & Jacob, en su libro **“Administración de producción y operaciones”** define el concepto de inventario de la siguiente manera: (Chase, Aquilano, & Jacob, 2004)

"Son las existencias de cualquier artículo o recurso utilizado en una organización"

Los métodos de control y planeación de inventarios a implementar se basan esencialmente en la relación PXQ, es decir, costos de inventario en relación al nivel de inventario.

Las palabras claves a considerar en la implementación de estos métodos se definen a continuación:

Costos de mantenimiento

Costos de las instalaciones de almacenamiento, el manejo, el seguro, el hurto, la rotura, la obsolescencia, la depreciación, los impuestos y el costo de oportunidad del capital (Taha, 1994)

Costos de preparación

Costos que se generan de la fabricación de cada producto, incluye costos de materiales necesarios, costos por arreglar un equipo específico, etc... (Taha, 1994)

Costo Promedio

Método más utilizado por las empresas y consiste en calcular el costo promedio unitario de los artículos considerando las últimas entradas de inventario (Taha, 1994)

Clasificación de métodos de modelos de inventarios

Existen dos tipos generales de sistemas de inventarios: Los modelos de cantidad fija de pedido (también llamados cantidad económica del pedido, y modelo Q) y los modelos de periodo de tiempo fijo (también llamados sistemas periódico, sistema de revisión periódica, o modelo P)

5.7.3. Modelo de demanda independiente

Modelo el cual se implementa cuando las demandas de los diferentes artículos no están relacionadas entre sí pero satisfacen algún requerimiento de demanda externo. (Chase, Aquilano, & Jacob, 2004)

5.7.4. Modelo de cantidad fija de pedido

Los modelos de cantidad fija de pedido tratan de determinar el punto específico en el cual se colocará un pedido y el tamaño del mismo, (Chase, Aquilano, & Jacob, 2004)

5.7.5. Puntos de reorden

Para los autores (Chase, Aquilano, & Jacob, 2004), se refiere a responder a la pregunta de cuando ordenar, con los modelos de inventarios sencillos se supone que la recepción de la orden es instantánea. La decisión de cuando colocar una orden suele expresarse en términos de un punto de reorden (ROP), es decir el nivel de inventario en el cual debe colocarse la orden.

5.7.6. Modelo de la cantidad económica a producir

Técnica para el lote económico a producir que se aplica a las órdenes de producción. Este modelo es particularmente adecuado para los entornos de producción, es útil cuando el inventario se acumula de manera continua en el tiempo y se cumple las suposiciones tradicionales de la cantidad óptima a ordenar. (Chase, Aquilano, & Jacob, 2004)

5.7.7. Modelo de descuentos por cantidad

Modelo que se aplica en los escenarios donde las compras de grandes cantidades de artículos, reducen el precio por medios de descuentos aplicados por cantidad. (Chase, Aquilano, & Jacob, 2004)

5.7.8. Modelos de periodo de tiempo fijo

En un sistema de periodo de tiempo fijo, el inventario se cuenta solo en determinados momentos, por ejemplo, cada semana o cada mes. Los modelos de periodo de tiempo fijo generan cantidades de pedidos que varían de periodo a periodo, dependiendo de las tasas de utilización. (Chase, Aquilano, & Jacob, 2004)

5.7.9. Inventario de seguridad

Es la cantidad de inventarios que se deben tener en existencia para absorber fluctuaciones al azar en la Demanda o la utilización durante el tiempo que transcurre entre la colocación del pedido y su recepción en bodegas (Chase, Aquilano, & Jacob, 2004)

5.7.10. *Pronostico*

Para los autores (Bowerman, O'Connel, & Koehler, 2007), un pronóstico es predecir la evolución de un proceso o de un hecho futuro a partir de criterios lógicos o científico.

Estos autores, clasifican los pronósticos de la siguiente manera:

Clasificación de pronósticos

Los pronósticos se clasifican en cualitativos y cuantitativos

- *Pronostico cualitativo*: Está basado en los juicios de los individuos o grupos
- *Pronostico cuantitativo*: Utiliza cantidades significativa de datos previos como base de predicción

Dado el ámbito del presente proyecto, la clasificación a utilizar es cuantitativa, y los métodos a utilizar se mencionan a continuación.

Métodos de pronósticos cuantitativos

- Promedio móvil ponderado (Para proyecciones a corto plazo)
- Ajuste exponencial (Para proyecciones a mediano y corto plazo)
- Regresión lineal (Para proyecciones a mediano y largo plazo)

VI. MARCO CONCEPTUAL

Referente a lo descrito en el acápite anterior, para el presente proyecto se procederá a definir conceptualmente los métodos a implementar

6.1. Control de procesos

Antes de determinar los límites de control, es recomendable calcular previamente la muestra a realizar, la cual se calcula de la siguiente forma:

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{e^2(N - 1) + \sigma^2 Z^2}$$

Fórmula 1: Cálculo de muestra

Donde

N = Tamaño de la población ó Número de unidades producidas

σ = Desviación estándar del proceso

e = Límite aceptable de Error

Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza

El valor de Z, se determinará considerando una distribución normal, de forma práctica se consideran los siguientes valores de Z dado los niveles de confianzas más usados

Tabla 5: Valores de confianza para una distribución Normal

Z	1.15	1.28	1.44	1.65	1.96	2.00	2.58	3.00
Nivel de Confianza	75%	80%	85%	90%	95%	95.5%	99%	99.7%

Para el control de proceso, se implementa un conjunto de mecanismo, entre los más utilizados están los “diagramas de control de procesos”, estos diagramas son:

- Diagrama de control para atributos
- Diagrama de control de variable

- Diagrama de demerito

6.1.1. Diagrama de control de atributos

Diagrama p

El manejo real de este diagrama consistiría en tomar muestras subsecuentes de n unidades, calcular la fracción muestral disconforme \bar{p} y graficar la estadística \bar{p} . Si un punto queda fuera de los límites de control, o si se observa un patrón no aleatorio entre los puntos, habrá que concluir que la fracción de disconformes del proceso cambió hacia un nuevo nivel y que el proceso está fuera de control.

Cuando se desconoce la fracción no conforme p del proceso, hay que estimarla a partir de los datos observados. Los cálculos para determinar los límites de control se calculan de la manera siguiente:

$$LSC = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$$

$$\text{Linea Central} = \bar{p}$$

$$LIC = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$$

Fórmula 2: Límites de Control, Diagrama P

Cuando se desconoce la fracción no conforme p del proceso, hay que estimarla a partir de los datos observados. El procedimiento normal es seleccionar m muestras preliminares, cada una de tamaño n. Como regla general, m tendría que ser mayor a 20. La fracción no conforme se calcula de la siguiente forma:

$$\bar{p} = \frac{\sum_n^m \hat{p}_i}{m}$$

Fórmula 3: Fracción no conforme

Donde $\hat{p}_i = \frac{D_i}{n}$

Optimización de los límites de control

Para encontrar los límites de control óptimos para el proceso, lo recomendable es seguir realizando muestras, calculando nuevos límites de control y verificar si estos límites son óptimos para el proceso. Para determinar si, los nuevos límites de control se ajustan mejor al proceso que los límites actuales se realizan pruebas de hipótesis, utilizando las siguientes ecuaciones:

$$Z_0 = \frac{\hat{p}_1 - \hat{p}_2}{\sqrt{\hat{p}(1-\hat{p})\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

Fórmula 4: Optimización Límites de control P

Donde

$$\hat{p} = \frac{n_1\hat{p}_1 + n_2\hat{p}_2}{n_1 + n_2}$$

Diagrama C

Diagrama que se utiliza, cuando lo que se requiere determinar no es el porcentaje de disconformidad, sino que se requiere conocer el número de disconformidades. Es posible realizar diagramas de control para el número de disconformidades en una unidad, o bien para el número promedio de defectos por unidad.

Un diagrama de control de no conformidades con límites de tres sigmas se calcula de la siguiente manera:

$$LSC = c + 3\sqrt{c}$$

$$\text{Linea Central} = c$$

$$LIC = c - 3\sqrt{c}$$

Fórmula 5: Límites de Control Diagrama C

6.1.2. Diagrama de control de variables

Cuando se trata con una característica de calidad que es una variable, es una práctica estándar controlar el valor medio de la característica de calidad y su variabilidad. El control de la media del proceso, o del nivel de calidad promedio.

Es posible controlar la media y variabilidad del proceso implementando diagramas de control de medias (diagrama de \bar{x}) y la variabilidad de proceso con diagrama de amplitud (diagrama de R).

Diagrama \bar{x} y Diagrama R

En la práctica habitualmente se desconoce μ y σ , por lo tanto, hay que estimarlas a partir de muestras preliminares, tomadas cuando se considera que el proceso está bajo control. Estas estimaciones suelen basarse en por lo menos 20 a 25 muestras de tamaño usualmente 4 a 6.

El mejor estimador de μ , es el gran promedio o promedio agregado:

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum_{i=1}^m x_i}{m}$$

Fórmula 6: Estimador μ

Y la amplitud R de la muestra es la diferencia entre la mayor y menor observación

$$R = x_{max} - x_{min}$$

Fórmula 7: Amplitud Media

La amplitud media de las muestras es

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^m R_i}{m}$$

Fórmula 8: Amplitud media de la muestra

Un estimador de σ se calcula como

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

Fórmula 9: Estimador de desviación estándar

6.1.3. Diagramas de control para sistemas de Demérito

En el caso de productos complejos como automóviles, computadoras, o aparatos mayores, en los que pueden ocurrir muchos tipos de disconformidades o defectos. No todos los defectos tienen la misma importancia. En tales situaciones, necesitamos un método para clasificar las no conformidades o defectos de acuerdo con su gravedad, y ponderar los diversos tipos de defectos de alguna manera razonable. Un posible esquema de deméritos es el siguiente:

Defectos clase A: Muy graves. La unidad es completamente inadecuada para el uso, o fallará en servicio de tal manera que no se pueda reparar con facilidad

Defectos clase B: Graves. La unidad sufrirá tal vez una falla Clase A durante el servicio, generará seguramente problemas operacionales menos graves, o con seguridad reducirá su duración o incrementará los costos de mantenimiento.

Defectos Clase C: Moderadamente importantes. La unidad probablemente fallará durante el servicio, causará problemas menos graves que una falla de operación, tendrá tal vez duración reducida, producirá un aumento en los costos de mantenimiento, o bien tendrá un defecto importante en el acabado.

Defectos clase D: Poco importante. La unidad no fallará durante el servicio, pero presenta defectos menores en el acabado.

Sean C_A, C_B, C_C, C_D el número de defectos Clase A, Clase B, Clase C y Clase D, respectivamente, definimos el número de deméritos en la unidad de inspección como

$$D = 100C_A + 50C_B + 10C_C + C_D$$

El número de deméritos por unidad es:

$$u = \frac{D}{n}$$

Fórmula 10: Número de deméritos por unidad

$$LSC = \bar{u} + 3\delta_u$$

$$\text{Línea central} = \bar{u}$$

$$LIC = \bar{u} - 3\delta_u$$

Donde

$$\bar{u} = 100\bar{u}_A + 50\bar{u}_B + 10\bar{u}_C + \bar{u}_D$$

Y

$$\delta_u = \left[\frac{(100)^2\bar{u}_A + (50)^2\bar{u}_B + (10)^2\bar{u}_C + \bar{u}_D}{n} \right]^{1/2}$$

6.1.4. Índice de capacidad

Se ha de suponer que el proceso sigue una distribución normal

$$\widehat{C}_p = \frac{TS - TI}{6\sigma}$$

Fórmula 11: Índice de capacidad

6.2. Planeación de operaciones y Control de Inventario

A continuación, se detallan los métodos que se implementarán en el módulo de planeación de operaciones y control de inventario

6.2.1. Punto de equilibrio

El punto de equilibrio se calculará de la siguiente forma:

Sea IT, los ingresos totales, CT los costos totales, P el precio por unidad, Q la cantidad de unidades producidas, CF los costos fijos y CV los costos variables entonces (Jay Heizer, 2004):

$$PE = \frac{CF}{PQ - CVQ}$$

Fórmula 12: Cálculo de Punto de equilibrio

Si se requiere determinar el PE en unidad monetaria se debe de multiplicar por el precio por unidad

$$PE (\$) = PE * P$$

6.2.2. Planeación de Inventario

La planeación de inventario, se enfatizará en la implementación de los modelos de inventario, estos modelos de inventario serán considerando una demanda fija, y una demanda variable.

6.2.3. Modelos de demanda independiente

Modelo de cantidad fija de pedido

Las consideraciones necesarias para calcular la cantidad óptima a ordenar son los siguientes:

*Costo Anual de ordenar = Número de ordenes colocadas por año **

$$\text{costo de ordenar o preparar orden} = \frac{D}{Q} S =$$

Fórmula 13: Costo Anual de ordenar

Mientras que el costo anual de mantener = *Nivel de inventario promedio **

$$\text{costo por unidad por año} = \frac{Q}{2} H$$

Fórmula 14: Costo Anual de Mantener

La cantidad óptima a ordenar se obtiene al igualar ambas expresiones, y despejar Q*.

La fórmula a utilizar queda planteada de la siguiente manera:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

Fórmula 15: Cantidad Óptima a Ordenar

También es posible determinar el número esperado de órdenes colocadas durante el año (N) y el tiempo esperado entre órdenes (T) como sigue:

$$N = \frac{\text{Demanda}}{\text{Cantidad a ordenar}} = \frac{D}{Q}$$

$$T = \frac{\text{Número de días hábiles}}{\text{Número esperado de órdenes}} = \frac{d}{Q}$$

Fórmula 16: Número de órdenes esperadas

En términos de las variables del modelo, el costo total CT se expresa como

$$TC = \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}H$$

Fórmula 17: Costo Total de Pedido

*ROP = demanda por día * tiempo de entrega de nueva orden en días*

$$ROP = d * L$$

Fórmula 18: Punto de Reorden

La demanda por día, d, se encuentra dividiendo la demanda anual, D, entre el número de días hábiles en un año

$$d = \frac{D}{\text{Número de días hábiles}}$$

Fórmula 19: Demanda por Día

Modelo de la cantidad económica a producir

Este modelo se obtiene igualando el costo de ordenar o preparar al costo de mantener, considerando lo siguiente:

- a) *Costo anual de mantener inventario = Nivel de inventario promedio * costo de mantener por unidad por año*
- b) *Nivel de inventario promedio = $\frac{\text{Nivel de inventario máximo}}{2}$*

c) *Nivel de inventario máximo =*

Total producido durante la corrida de producción –

total usado durante la corrida de producción = pt – dt, sin embargo Q = total

producido = pt y así $t = \frac{Q}{p}$, por lo tanto

$$\text{Nivel de inventario máximo} = p \left(\frac{Q}{p} \right) - d \left(\frac{Q}{p} \right) = Q \left(1 - \frac{d}{p} \right)$$

La expresión final queda expresada de la siguiente manera

$$Q_p^* = \sqrt{\left(\frac{p}{p-d} \right) \frac{2DS}{H}}$$

Fórmula 20: Cantidad Económica a producir

Donde Q_p = número de piezas por orden

H = Costo anual de mantener inventario por unidad

p = tasa de producción diaria

d = tasa de demanda diaria o tasa de uso

t = longitud de la corrida de la producción en día

El costo total se calculará de la siguiente manera:

$$CT = D * P + \frac{D}{Q_p} * S + \left[\frac{Q_p}{2} * \frac{p-d}{p} \right] * H$$

Fórmula 21: Costo Total, Cantidad Económica a producir

Modelos de descuentos por cantidad

El costo total se expresa de la siguiente manera

Costo total = costo de ordenar + costo de mantener + costo del producto

$$TC = \frac{D}{Q} + \frac{QH}{2} + PD$$

Para este modelo, se calculará la cantidad óptima para cada descuento, considerando la siguiente fórmula

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{IP}}$$

Fórmula 22: Cantidad Óptima por descuentos

Donde:

I = cargo por mantener el inventario como porcentaje del costo

P = Precio unitario del producto

Inventario de seguridad

Existen muchos mecanismos para implementar modelos de inventario de seguridad, el que se implementará en esta suite será el siguiente:

$$q = \bar{d}(T + L) + z\sigma_{T+L} - I$$

Donde:

q = Cantidad a pedir

T= El número de días entre revisiones

L = Tiempo de entrega en días

Z = Números de desviaciones estándar para una probabilidad de servicio dado

σ_L = Desviación estándar de la demanda durante el periodo

I = Nivel de inventario actual

Pronósticos

Un promedio móvil ponderado se expresa matemáticamente como:

Promedio Móvil Ponderado

$$= \frac{\sum(\text{Ponderación para período } n)(\text{demanda en periodo } n)}{\sum \text{ponderaciones}}$$

Fórmula 23: Promedio Móvil Ponderado

Para determinar el error del pronóstico se empleará el Error porcentual absoluto medio (MAPE)

$$MAPE = \frac{100 \sum_1^n \frac{|Real_i - \text{pronóstico}_i|}{Real_i}}{n}$$

Fórmula 24: Error porcentual absoluto medio

Suavización exponencial

Para proyecciones a mediano y largo plazo, se calculará de la siguiente manera

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1})$$

Fórmula 25: Suavización exponencial

Además, el aplicativo tendrá en cuenta los efectos de la tendencia en la suavización exponencial, para la cual se aplicará la siguiente formula

$$FIT = F_t + T_t$$

$$F_t = FIT_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - FIT_{t-1})$$

$$T_t = T_{t-1} + \delta(F_t - FIT_{t-1})$$

Donde

F_t = Pronostico suavizado exponencialmente para el periodo t

F_{t-1} = Pronostico suavizado exponencialmente para el periodo t-1

α = Constante de suavización (entre 0 y 1)

A_{t-1} = Demanda real para el periodo anterior

δ = Constante de suavización (entre 0 y 1)

FIT = Pronostico suavizado exponencialmente con tendencia para el periodo t

FIT_{t-1} = Pronostico suavizado exponencialmente con tendencia para el periodo anterior

T_t = Tendencia suavizada exponencialmente para el periodo t

Regresión lineal

El modelo a implementar es el siguiente:

$$y = a + bx$$

Fórmula 26: Modelo de regresión lineal

En donde

y = Valor de la variable dependiente

a = intersección con el eje y (ordenada)

b = Pendiente de la recta de regresión

x = Variable independiente

6.7. Aspectos técnicos

Por último, se mencionará aspectos y definiciones técnicas, aplicadas al presente proyecto, lo cual permitirá un mayor entendimiento para el lector.

Primeramente definir lo que es una **suite informática**, que no es más que un conjunto de aplicaciones y herramientas de software incluidas en un solo paquete y que por lo general, comparten un aspecto similar y se integran entre sí. (Urbina, 2006)

El lenguaje de programación a utilizar es C#, tanto para el aplicativo web, como en la aplicación de escritorio, en conjunto con el entorno de desarrollo web ASP.NET Core 1.1.0.

El modelo de arquitectura a desarrollar en esta suite es cliente servidor, ya que diversos clientes “solicitaran” peticiones a un servidor, el patrón de arquitectura de software es MVC (Modelo-Vista-Controlador), ya que se separará los datos, y la lógica del negocio de la interfaz de usuario, enfatizando en la reutilización de código.

La base CSS (Cascade Style Sheet) a utilizar es bootstrap versión 3.3.7 el cual brindará el diseño, la estructura y el “look and feel” de la aplicación web.

Con respecto al acceso de datos, el gestor de base de datos a utilizar es SQL-server 2014, por su óptima implementación en entornos de desarrollo Microsoft.

La implementación del aplicativo Web, se hará en una red interna (intranet) configurando un servidor IIS (Internet Information Services) en un servidor local.

VII. DISEÑO METODOLÓGICO

El diseño metodológico se estructurará en dos partes, a como se detalla en la siguiente ilustración:



Ilustración 3: Estructura del diseño metodológico

7.1. Metodología de la investigación

7.1.1. Enfoque metodológico

Se presenta un enfoque metodológico de tipo *desarrollo*, ya que se definirá la forma de construir un producto en particular, desarrollando actividades específicas; dado el tipo de enfoque, los resultados serán de tipo *herramienta o notación*, ya que se utilizarán procedimientos, técnicas y métodos que se integrarán para solucionar las distintas problemáticas, y cumplir con los objetivos propuestos

7.1.2. Población

El presente trabajo tiene como población de estudio, la Pyme “Taller María Victoria”, teniendo como objetivo de estudio el área productiva

7.1.3. Técnicas de recolección de datos

Los datos se obtuvieron por medio de entrevistas al dueño del taller, y a operadores del proceso productivo. Además, se aplicó la técnica de observación enfocados en las actividades de gestión, control y planeación de las funciones productivas, con el objetivo de identificar el flujo del proceso, y determinar las principales fallas de gestión y operativas.

La jornada laboral en el proceso productivo es de 08:00 am a las 4:00 pm, la observación se realizó en dos ocasiones los días en que se detalla el cronograma (Ver cronograma).

Para la recolección de datos de producción se requirió el uso de fuentes secundarias aplicando técnicas de investigación documental, a los registros de producción en esta área

7.1.4. Fuentes primarias

Se entrevistó al dueño del taller, Carlos Ebanks Pardo, y a los operadores encargados en el proceso de construcción de los ataúdes, con el objetivo de conocer la problemática en el área de telares, además durante la entrevista se abordaron temas relacionados a la productividad, y eficiencia en dicha área.

7.1.5. Fuentes secundarias

Se requirió del registro de producción en el área de proceso, con el fin de determinar la eficiencia y calidad de los productos terminados, además de determinar el costo de la materia prima, y demás costos requeridos para el uso de las herramientas a implementar.

7.1.6. Operacionalización de las variables

De acuerdo al sujeto de estudio, las variables del presente trabajo se clasificarán en variables cualitativas y cuantitativas. Cualitativas porque se clasifican los principales tipos de problemas operacionales y de control y gestión; Cuantitativas porque se mide la eficiencia operacional, calidad de los productos y se determina diferentes indicadores para un mayor control de las actividades operacionales. La tabla, muestra el resumen de la operacionalización de las variables para este proyecto

Tabla 6: Operacionalización de las variables

Variable	Indicador	Fuente	Técnica	Instrumento
Proceso Productivo	a) Problemas Operacionales	Área de Corte y Armado Área de curado y alijado Área de Pintura Área de Herraje y Vidrio	Observación	Hoja de Registro de falla
	b) Problemas en la planificación	Órdenes de Compra, Almacén de productos terminados y Materia Prima	Observación	Hoja de Registro de falla
Productividad	a) Indicador OEE	Actividades Operacionales	Observación	Hoja de registro de indicadores
	b) Control de Calidad	Actividades Operacionales	Observación	Hoja de registro de indicadores
	c) Error de Pronósticos	Métodos de proyección	Análisis del Error	Hoja de registro de indicadores
	d) Tiempo Productivo	Métodos de cálculo de productividad	Análisis de la productividad	Hoja de registro de indicadores

Gestión Diaria	a) Uso de Formatos para Ordenes de Compras b) Recepción de Materia Prima c) Organización de materia prima por familias	Área de almacén de materia prima y producto terminado	Observación	Formatos de órdenes de compra
----------------	--	---	-------------	-------------------------------

7.2. Metodología de software aplicada

Una vez definido la metodología investigativa aplicado al presente proyecto, lo siguiente es explicar la metodología aplicada al desarrollo del software.

La metodología que se empleará para organizar y estructurar el proceso que se desarrollará en el presente trabajo será ágil, utilizando la metodología RUP, ya que es un modo de desarrollo adaptable, y emplea el modelo de construcción incremental basado en iteraciones, centrado en la arquitectura y guiado por los casos de usos

7.2.1. Entregables del proyecto

A continuación, se indica y describe cada uno de los elementos que serán generados y utilizados por el proyecto y que constituyen los entregables. Esta lista constituye la configuración de RUP desde perspectiva de elementos, y que se proponen para este proyecto.

Es preciso destacar que de acuerdo a la filosofía de RUP (y que todo proceso iterativo e incremental), todos los elementos son objeto de modificaciones a lo largo del proceso de desarrollo, con lo cual, sólo al termino del proceso podríamos tener una versión definitiva y completa de cada uno de ellos. Sin embargo, el resultado de cada iteración y los hitos del proyecto están enfocados a conseguir un cierto grado de completitud y estabilidad de los elementos.

- a) Modelo de casos de uso del negocio

- b) Modelo de objetos del negocio
- c) Glosario
- d) Modelo de casos de uso
- e) Especificaciones de casos de uso
- f) Especificaciones adicionales
- g) Modelo de análisis, diseño y datos
- h) Modelo de implementación
- i) Casos de prueba de funcionalidad y no funcionalidad
- j) Manual de instalación
- k) Manual de funcionalidad

7.2.2. Evolución del plan de desarrollo del software

El plan de desarrollo del software se revisará semanalmente y se refinará antes del comienzo de cada iteración

Tabla 7: Actividades a realizar por cada fase RUP

Fases	Actividades a realizar
Iniciación	Modelado preliminar del negocio
	Elaboración preliminares de requisitos funcionales
	Selección de los métodos aplicados en la suite
Elaboración	Finalización de la elaboración del modelo de negocio
	Revisión de requisitos funcionales
	Análisis: Elaboración y Especificación de casos de uso Definición de especificaciones
	Diseño: Elaboración de diagramas de clase Definición de las formulas y algoritmos para la implementación de los métodos a desarrollar en la suite Modelado de datos Elaboración de diagrama de secuencias
Desarrollo / Construcción	Codificación, y construcción de la suite informática

	Documentación de manual de usuario y manual de funcionalidad
Cierre	Instalación Pruebas Funcionales y No funcionales

De manera gráfica, la metodología de software aplicada se explica en la siguiente ilustración:

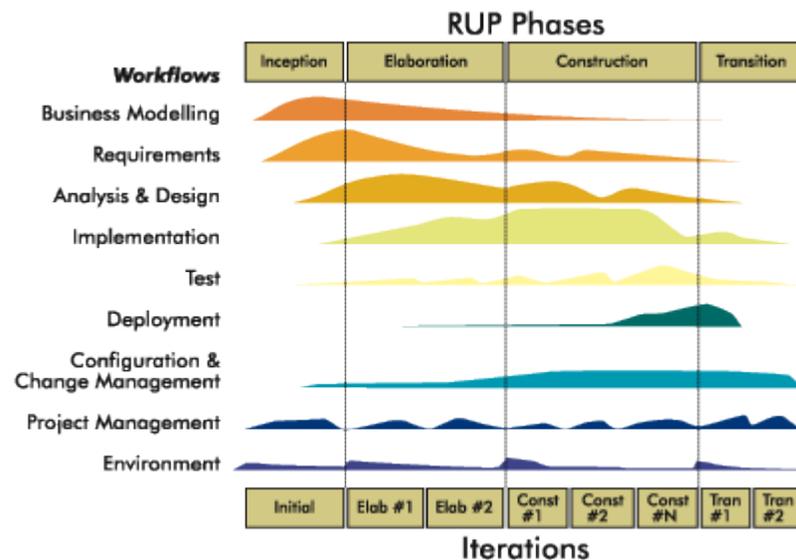


Ilustración 4: Metodología RUP

A como se mencionó en el acápite 5.6.1 el desarrollo del software se guiará siguiendo un estándar de calidad internacional, siendo este la ISO 9126, dicho lo cual, se propone las siguientes metas de calidad en el proceso de desarrollo.

VIII. DESARROLLO DE LA SUITE PARA LA GESTIÓN, EL CONTROL Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS PRODUCTIVOS

A como se describió en el diseño metodológico, el desarrollo de la herramienta se descompone en cuatro fases, estas son: Inicialización, elaboración, codificación y por último transición e implementación

8.1. Inicialización

8.1.1. *Requerimientos funcionales*

Se requiere que la suite de herramientas para la gestión, el control y optimización de procesos productivos esté compuesta en 4 módulos, estos son:

- Módulo de gestión operacional
- Módulo de planificación de producción
- Módulo de control de calidad
- Módulo de acceso vía web

El módulo de gestión operacional debe de contener todos los elementos necesarios para la gestión y administración de todos los componentes e insumos del área de proceso, estos componentes e insumos se enumeran a continuación:

- Producto de materia prima
- Proveedores
- Creación de departamentos y bodegas
- Ordenes de compras
- Registro de inventario
- Devolución de productos a proveedores

A su vez, se requiere que en el módulo de planeación de operaciones registre la producción diaria y realice y aplique todos los cálculos y métodos descritos en el acápite 6.1 y 6.2.

Por último, se requiere que el módulo control operacional retroalimente a los módulos de gestión operacional, planeación de operaciones y al módulo web, de alertas e indicadores de control, esto permitirá controlar el proceso productivo.

En el anexo I, se detallan los requerimientos funcionales detallados de los diferentes procesos definidos anteriormente.

8.1.2. Requerimientos no funcionales

Se requiere que el desarrollo de la suite sea compatible con el sistema operativo Windows 7 o superior. Además, se debe de alojar en el gestor de base de datos SQL Server.

Con respecto a la seguridad, se requiere que solamente los usuarios registrados accedan al sistema. Tanto los usuarios como los roles de usuarios deben de crearse en la herramienta web. En caso de olvidar contraseña, el sistema deberá de ser capaz de brindar la opción de restablecer la contraseña.

8.1.3. Análisis de factibilidad

En este acápite se evalúa los requerimientos técnicos para una correcta implementación y posterior funcionalidad, además, en este acápite se calculará el costo que conlleva la implementación del sistema, importante recalcar que el sistema constará con dos escenarios para su implementación; El primer escenario consiste en la instalación del entorno de escritorio, el cual podrá realizar todas las funcionalidades de control, planeación y gestión operativa. El segundo escenario consiste en la implementación con los entornos de escritorio y web.

Adicional, se determinaron los riesgos del sistema, y se plantearan medidas de prevención y mitigación, tanto de hardware como de software.

Escenario 1: Instalación del entorno de escritorio

Requerimientos técnicos

Para la instalación del sistema, con solamente el entorno de escritorio, se requiere las siguientes especificaciones técnicas:

Tabla 8: Detalle de equipo para implementación del entorno de escritorio

Equipo	Descripción
Computador	Dispositivos de entradas: Teclado y Mouse Dispositivos de salida: Pantalla e impresora (opcional) Procesador de 1 GHz o más rápido de 32 bits (x86) o de 64 bits (x64) 1 GB de RAM (32 bits) o 2 GB de RAM (64 bits) 16 GB de espacio disponible en el disco duro (32 bits) o 20 GB (64 bits) Tarjeta gráfica DirectX 9 con controlador WDDM 1.0 o superior

Requerimientos de software

Tabla 9: Detalle de software requerido para implementación del sistema

Equipo	Descripción
Sistema operativo	Se requiere un sistema operativo en entorno Windows al menos la versión 7.
SGBD	SQL-Server express versión 2014 o superior
Framework	Framework 4.6 SPI para windows 7

Estimación del costo de desarrollo con entorno de escritorio

Para calcular el costo de desarrollo se utilizó el método COCOMO (Constructive Cost Model). Primeramente, se determinó los puntos de función en base a: *Entradas, salidas, consultas, ficheros lógicos internos y ficheros lógicos externos del sistema*. En base a los requerimientos, e interacciones del usuario con el sistema se calculó cada punto de función. A continuación, se muestra el resultado:

Tabla 10: Parámetros para puntos de función

Parámetros para puntos de función	Módulo del sistema	Cantidad
Entradas	Gestión de operaciones	16
	Control y planeación	44
	Entorno web	0
Salidas	Gestión de operaciones	24
	Control y planeación	95
	Entorno web	0
Queries	Total	140
Ficheros internos	Total	1
Ficheros externos	Total	0
Total		320

Para el cálculo del KLDC (Miles de líneas de código), se utilizó el factor del lenguaje de desarrollo en que se desarrolló la herramienta, para nuestro caso es el lenguaje Vb.Net, cuyo factor es de 32 (Ver ilustración 5)

$$KLDC = PFA * \frac{Factor}{100} = 320 * \frac{32}{100} = 10.24$$

Fórmula 27: Cálculo de cantidad de líneas de código

LENGUAJE	LDC/PF
Ensamblador	320
C	150
COBOL	105
Pascal	91
Prolog/LISP	64
C++	64
Visual Basic	32
SQL	12

Ilustración 5: Factores de cálculo de KLDC

Al ser el KLDC menor que 50, se utiliza el modelo orgánico, que es el modelo más apropiado para los desarrollos no tan complejos. Las constantes a utilizar se muestran a continuación:

PROYECTO SOFTWARE	a	e	c	d
Orgánico	3,2	1,05	2,5	0,38
Semi-acoplado	3,0	1,12	2,5	0,35
Empotrado	2,8	1,20	2,5	0,32

Ilustración 6: Constantes para el modelo COCOMO

Los factores evaluados se enumeran en la siguiente ilustración:

Conductores de coste	Valoración					
	Muy bajo	Bajo	nominal	Alto	Muy Alto	Extra Alto
Fiabilidad requerida del software	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4	-
Tamaño de la base de datos	-	0.9	1.0	1.1	1.2	-
Complejidad del producto	0.7	0.9	1.0	1.2	1.3	1.7
Restricciones del tiempo de ejecución	-	-	1.0	1.1	1.2	1.7
Restricciones del almacenamiento principal	-	-	1.0	1.1	1.3	1.6
Volatilidad de la máquina virtual	-	0.9	1.0	1.2	1.2	-
Tiempo de respuesta del ordenador	-	0.9	1.0	1.1	0.7	-
Capacidad del analista	1.5	1.2	1.0	0.9	0.8	-
Experiencia en la aplicación	1.3	1.1	1.0	0.9	0.7	-
Capacidad de los programadores	1.4	1.2	1.0	0.9	-	-
Experiencia en S.O. utilizado	1.2	1.1	1.0	0.9	-	-
Experiencia en el lenguaje de programación	1.1	1.1	1.0	1.0	0.8	-
Prácticas de programación modernas	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	-
Utilización de herramientas de software	1.2	1.1	1.0	1.0	1.1	-

Ilustración 7: Factores cualitativos para la evaluación del sistema con entorno de escritorio

Justificación de los valores

Atributos de software:

- 1) Fiabilidad requerida de software: Si se produce un fallo en el registro de un insumo de materia prima, podrá ocasionar problemas logísticos de producción (Valoración alta)
- 2) Tamaño de la base de datos: La base de datos del sistema será pequeña (valoración bajo)
- 3) Complejidad del producto: Se desarrolló para que el sistema se usara de manera fácil y entendible (valoración bajo)

Atributos de hardware:

- 1) Restricciones del tiempo de ejecución: No se requiere un alto rendimiento en tiempo de ejecución (valoración nominal)
- 2) Restricciones en almacenamiento principal: No hay restricciones al respecto (valoración nominal)
- 3) Volatilidad de la máquina virtual: Se requiere que sea sistema operativo Windows superior o igual a Windows 7 (valoración bajo)

- 4) El sistema interaccionará de acuerdo a la velocidad de procesamiento del computador (valoración nominal)

Atributos del personal:

- 1) Capacidad del analista: Capacidad alta, debido a la complejidad de la lógica del negocio (Valoración alta)
- 2) Experiencia en la aplicación: Se requiere mucha experiencia en aplicaciones de este tipo, debido a la especialización del área de proceso (Valoración muy alta)
- 3) Capacidad de los programadores: Teóricamente, los programadores deberán de tener una capacidad alta (Valoración alta)
- 4) Experiencia en S.O. utilizado: Nivel de usuario (Valoración nominal)
- 5) Experiencia en lenguaje de programación: Un buen dominio del lenguaje de programación (Valoración nominal)

Atributos del proyecto:

- 1) Práctica de programación moderna: El desarrollo se realizó utilizando prácticas de programación convencionales (Valoración nominal)
- 2) Utilización de herramientas de software: No se utilizaron herramientas especiales para el desarrollo (Valoración nominal)

El producto de todos los factores como resultado del análisis previo es de: 0.41. Posterior se procede con el cálculo del esfuerzo de desarrollo

$$E = aKLDC^e * FAE = 3.2 * 10.24^{1.05} * 0.41 = 15.23 \text{ personas /mes}$$

Fórmula 28: Cálculo del esfuerzo de desarrollo del sistema

Una vez calculado el esfuerzo, se procede a calcular el tiempo de desarrollo de la siguiente manera:

$$T = cE^d = 2.5 * 15.23^{0.38} = 7.03 \text{ meses}$$

Fórmula 29: Tiempo de desarrollo

El personal promedio por ende es de:

$$PP = \frac{E}{T} = \frac{15.23}{7.04} = 2.16 \sim 3 \text{ personas}$$

Fórmula 30: Personal promedio para COCOMO

Ya que, en el desarrollo del sistema, se trabajó solamente con una persona, el tiempo teórico se multiplica por 3. Se considera un pago promedio mensual por persona de \$320.20. El costo del software es de \$6760, que también correspondería al costo de implantar el sistema.

Escenario 2: Instalación del entorno de escritorio y entorno web

Requerimientos técnicos

Se consideran tres alternativas para la implementación. Estas son:

- a) *Implementación en un computador personal, con posterior instalación y configuración de IIS y ASP en un sitio web **con costo de implementación de \$8,037***
- b) *Instalación en un servidor web y de bases de datos, con dominio interno y posterior **con costo de implementación de \$12,783***
- c) *Instalación en un servidor web y de base de datos con salida a internet con dominio propio **con costo de implementación de \$13,599 con anualidad de \$1,027***

A continuación, el detalle del cálculo para el costo de implementación

Tabla 11: Costo de equipos al implementar el sistema con el entorno web

Equipo	Descripción	Costo a incurrir
Computador	Dispositivos de entradas: Teclado y Mouse Dispositivos de salida: Pantalla e impresora (opcional)	Sin costo, se considera que la pyme ya cuenta con computador

	<p>Procesador de 1 GHz o más rápido de 32 bits (x86) o de 64 bits (x64)</p> <p>1 GB de RAM (32 bits) o 2 GB de RAM (64 bits)</p> <p>16 GB de espacio disponible en el disco duro (32 bits) o 20 GB (64 bits)</p> <p>Tarjeta gráfica DirectX 9 con controlador WDDM 1.0 o superior</p>	
<p>Servidor en torre PowerEdge T330</p>	<p>Dispositivos de entradas: Teclado y Mouse</p> <p>Dispositivos de salida: Pantalla e impresora (opcional)</p> <p>Procesador Intel Xeon E3-1200 v6 de 3.0 GHz</p> <p>4 GB de RAM, arquitectura DDR4</p> <p>Disco duro 1TB</p>	\$2933
<p>Alojamiento de sitio</p>	<p>Alojamiento del sitio en internet + contrato de internet</p>	<p>\$96 anuales por alojamiento + \$720 anual por servicio de internet con IP Publico</p>

Requerimientos de software

Tabla 12: Requerimientos de software del sistema con entorno web

Equipo	Descripción	Costo a incurrir
Sistema operativo	Microsoft Windows Server 2012 Standard	\$882

SGBD	SQL-Server Standard Servidor + CAL	\$931
Framework	Framework 4.6 SPI para windows 7	\$0
Herramienta Web	IIS 7.0	\$0
Herramienta para el desarrollo	ASP.Net 7.0	\$0

Estimación del costo del sistema con entorno de escritorio y web

Los puntos de función varían de la siguiente manera respecto a la implementación con solamente entorno de escritorio

Tabla 13: Parámetros para puntos de función con entorno web

Parámetros para puntos de función	Módulo del sistema	Cantidad
Entradas	Gestión de operaciones	16
	Control y planeación	44
	Entorno web	22
Salidas	Gestión de operaciones	24
	Control y planeación	95
	Entorno web	30
Queries	Total	190
Ficheros internos	Total	2
Ficheros externos	Total	0
Total		423

Por lo cual el cálculo del KLDC es de 13.54. Los factores evaluados son los siguientes

Conductores de coste	Valoración						Extra Alto
	Muy bajo	Bajo	nominal	Alto	Muy Alto		
Fiabilidad requerida del software	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4	-	
Tamaño de la base de datos	-	0.9	1.0	1.1	1.2	-	
Complejidad del producto	0.7	0.9	1.0	1.2	1.3	1.7	
Restricciones del tiempo de ejecución	-	-	1.0	1.1	1.2	1.7	
Restricciones del almacenamiento principal	-	-	1.0	1.1	1.3	1.6	
Volatilidad de la máquina virtual	-	0.9	1.0	1.2	1.2	-	
Tiempo de respuesta del ordenador	-	0.9	1.0	1.1	0.7	-	
Capacidad del analista	1.5	1.2	1.0	0.9	0.8	-	
Experiencia en la aplicación	1.3	1.1	1.0	0.9	0.7	-	
Capacidad de los programadores	1.4	1.2	1.0	0.9	-	-	
Experiencia en S.O. utilizado	1.2	1.1	1.0	0.9	-	-	
Experiencia en el lenguaje de programación	1.1	1.1	1.0	1.0	0.8	-	
Prácticas de programación modernas	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	-	
Utilización de herramientas de software	1.2	1.1	1.0	1.0	1.1	-	

Ilustración 8: Factores cualitativos para la evaluación del sistema con entorno de escritorio y web

Al incluir el entorno web, la complejidad del producto incrementa, por lo cual su valoración es nominal.

El producto de todos los factores como resultado del análisis previo es de 0.49. Posterior se procede con el cálculo del esfuerzo de desarrollo el cual es de 24 personas y el tiempo de desarrollo es de 8.37 meses. El costo del sistema incluyendo el entorno web es de \$8,037 dólares.

Riesgos del sistema, prevención y mitigación

Como todo sistema de información, existen múltiples factores de riesgo en la operación técnica y no técnica al momento de la implementación y posterior puesta en marcha. A continuación, se listan los riesgos más relevantes, incluyendo las medidas de prevención y acciones de mitigación en caso de ocasionarse y cuyas consecuencias provoquen la falta de continuidad en el sistema.

Tabla 14: Riesgos del sistema, medidas de prevención y acciones de mitigación

Riesgo	Medidas de prevención	Acciones de mitigación
Fallas en la operación del sistema	1) Realizar pruebas durante la etapa de construcción que garantice que todos los módulos cumplan con sus objetivos	1) Establecer mecanismo que permita atender las incidencias de parte de los usuarios
Falla en la disponibilidad del sistema con entorno web	1) Seleccionar proveedores de internet y hosting confiable	1) Recurrir al servicio de ISP de emergencia 2) Recurrir al servicio de hosting opcional
Falla en la disponibilidad del sistema a causa de falla eléctrica	1) Contar con UPS o planta de respaldo de energía con levantamiento automático 2) Certificar el cableado eléctrico de la pequeña o mediana empresa	1) Hacer llamada de emergencia a proveedores y distribuidores de energía eléctrica 2) Recurrir al sistema de respaldo de energía alternos a lo tradicional
Falla en la disponibilidad del sistema a causa de factores ambientales	1) Contar con certificación técnica en y climatización adecuada	1) Hacer llamadas de emergencia a proveedores de mantenimiento y climatización
Fallo en la disponibilidad del sistema con entorno web a causa de ataques informático	1) Contar con firewall que permita limitar el excesivo tráfico que pueda provocar un ataque DOS	1) Volver a montar el sitio con los recursos respaldados

Perdida de información por error de usuario	1) Brindar manual de usuario y ofrecer capacitaciones especializadas en la gestión, planeación y control de operaciones	1) Respaldar la información con los Backups previos
Perdida de información por fallas en dependencias del sistema	1) Permitir las actualizaciones automáticas de Windows	1) Instalar de forma manual, las actualizaciones y dependencias requeridas
Base de datos fuera de línea	1) Se mantiene activado un sistema de respaldo automático de la base de datos, basado en 2 niveles. El primer nivel de respaldo en guardar la base de datos automáticamente en el disco duro, el segundo nivel es respaldar en un disco externo	2) Restaurar la base de datos de forma manual

8.2. Elaboración

8.2.1. Modelo de casos de Uso

Primeramente, se establece la delimitación del sistema, se puede identificar el actor usuario, quien es el encargado de realizar las distintas funcionalidades en el sistema. Además de este actor se puede identificar los módulos de gestión operacional, planeación de la producción y control operacional. El diagrama de

caso de uso con la delimitación del sistema con los actores correspondiente se muestra a continuación.

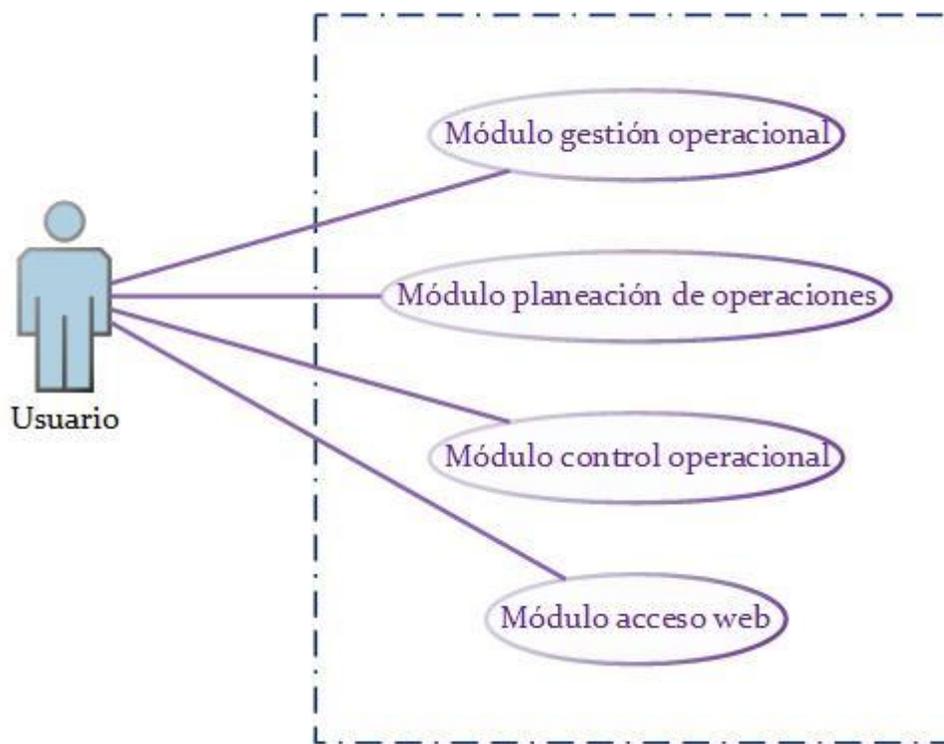


Ilustración 9: Caso de uso, interacción con el sistema

Para el correcto y fácil entendimiento de las interacciones del usuario con el sistema y sus módulos, se dividirán los casos de uso en cuatro (ya que son cuatro módulos funcionales).

8.2.2. Gestión Operacional

Las principales funcionalidades e interacciones en el módulo gestión operacional se basan en la creación, desarrollo y organización de la estructura productiva básica que todas pymes deben de poseer

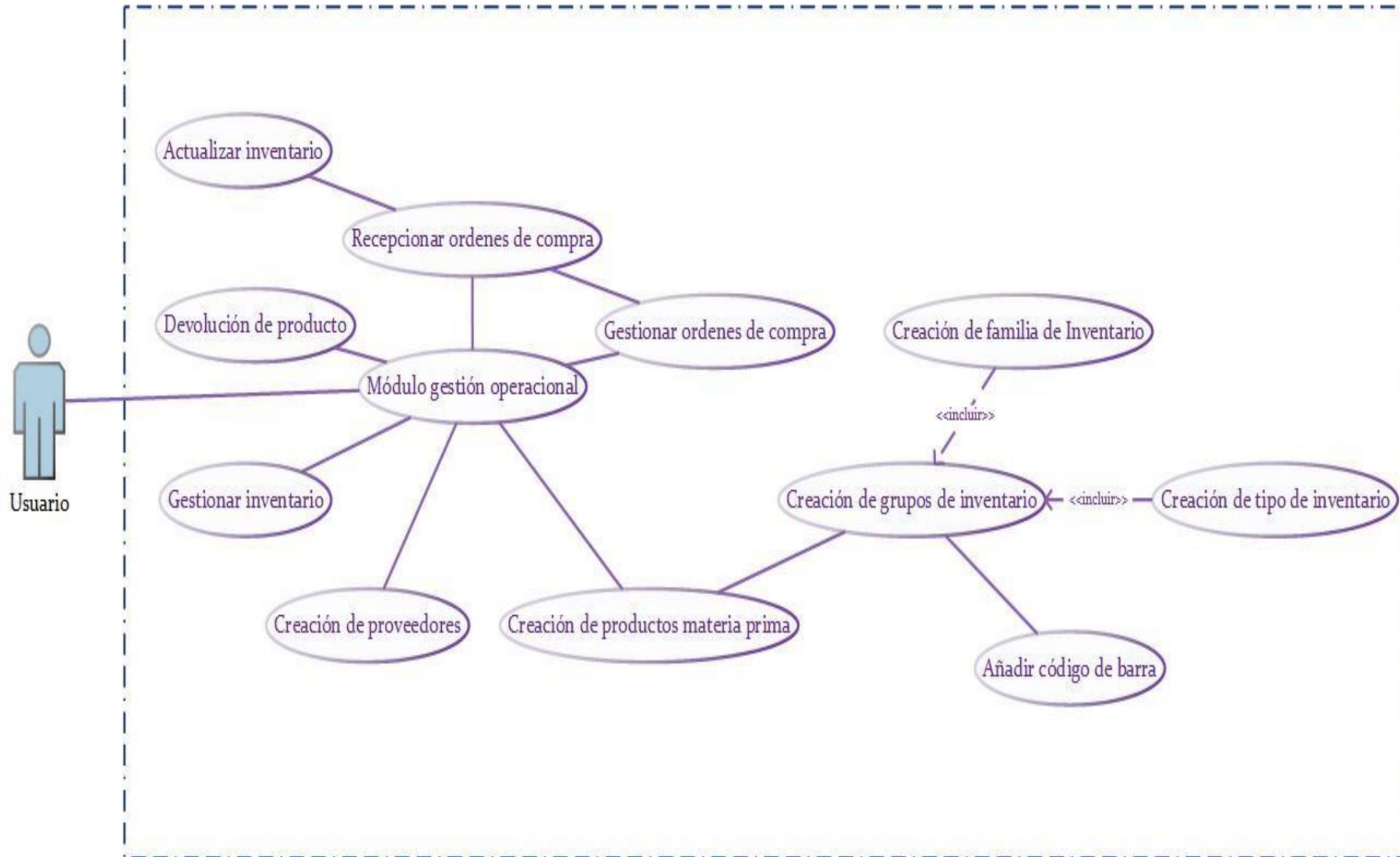


Ilustración 10: Caso de uso, modulo gestión operacional

Tabla 15: Caso de uso, creación de productos materia prima

Caso de Uso	Creación de productos materia prima
Actores	Usuario
Prioridad	Alta
Descripción	El usuario ingresará los parámetros requeridos para crear un producto materia prima. El modulo gestión operacional lo guardará en la base de datos
Precondiciones	NA
Excepciones	NA
Caso de Uso	Creación de familia de inventario y tipo de inventario
Actores	Usuario
Prioridad	Alta
Descripción	Casos de usos que implementan la funcionalidad de agrupación de materia prima, el usuario define la familia y tipo de inventario de materia prima
Precondiciones	NA
Excepciones	NA

Tabla 16: Caso de uso, añadir código de barra

Caso de Uso	Añadir código de barra
Actores	Usuario
Prioridad	Alta
Descripción	Una vez creado el producto tipo materia prima, el usuario podrá agregar código de barra
Precondiciones	Debe de existir al menos un producto de tipo materia prima
Excepciones	NA

Tabla 17: Agregar proveedor

Caso de Uso	Agregar proveedor
Actores	Usuario, Modulo gestión operacional
Prioridad	Alta
Descripción	El sistema permite al usuario agregar proveedores de la pyme.
Precondiciones	
Excepciones	N/A

Tabla 18: Caso de uso, gestionar órdenes de compras

Caso de Uso	Gestionar órdenes de compra
Actores	Usuario
Prioridad	Alta
Descripción	El sistema permite al usuario crear un registro de orden de compra de productos de materia prima
Precondiciones	El sistema debe de tener registrados al menos un proveedor y un producto de materia prima
Excepciones	Si se intenta registrar una orden compra y aún no se ha creado un producto de materia prima y proveedor

Tabla 19: Caso de uso, recepcionar orden de compra

Caso de Uso	Recepcionar orden de compra
Actores	Usuario
Prioridad	Alta
Descripción	El usuario hará recepción de la orden de compra creada previamente
Precondiciones	El usuario deberá de haber creado al menos una orden de compra

Excepciones	Ingresar una orden de compra que no existe
--------------------	--

Tabla 20: Caso de uso, devolución de materia prima

Caso de Uso	Devolución de materia prima
Actores	Usuario
Prioridad	Media
Descripción	Se guarda en la base de datos el movimiento de devolución de orden de compra, actualizando último costo e inventario
Precondiciones	Recepción de orden de compra
Excepciones	

8.2.3. Planeación de Operaciones

Entre los principales inputs que proveerá el submodulo de planeación de operaciones es el registro de producción, el control de inventario de materia prima y el control operacional del proceso.

La gestión diaria se registrará en unidades de “**horas**” y se llevara de frecuencia diaria, en el módulo planeación de operaciones, casos de uso como el cálculo de proyecciones y el cálculo de la cantidad óptima a pedir y a producir se alimenta directamente de este submodulo el cual es el input primordial para la aplicación correcta de los métodos, de proyecciones ya sea a corto, mediano y largo plazo; además permitirá llevar control de la desviación entre las proyecciones y el registro real, a esto agregar que con respecto al módulo control operacional, sirve de insumo para determinar el número de muestras y las estadísticas de calidad que permitiendo así aplicar métodos de control y analizar la frecuencia de fallas, tipo de fallas operacionales e identificar oportunidades de mejoras en el proceso. A continuación, se presenta el caso de uso para este módulo.

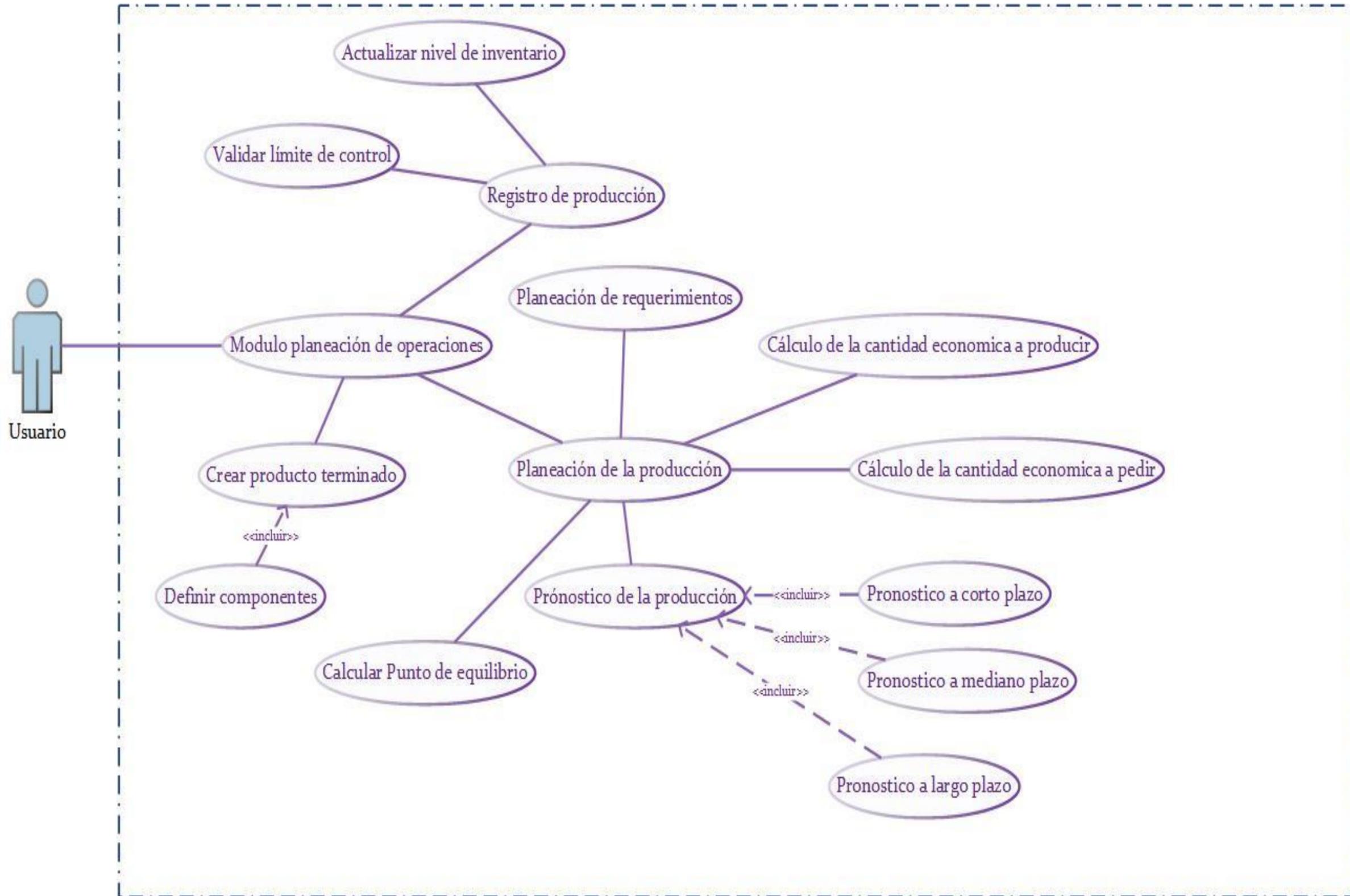


Ilustración 11; Caso de uso, módulo planeación de operaciones

Tabla 21: Caso de uso, crear producto terminado

Caso de Uso	Crear producto terminado
Actores	Usuario
Prioridad	Alta
Descripción	El usuario podrá crear los productos terminados del proceso productivo
Precondiciones	N/A
Excepciones	N/A

Tabla 22: Caso de uso, definir componentes

Caso de Uso	Definir componentes
Actores	Usuario
Prioridad	Alta
Descripción	El usuario podrá agregar los elementos que componen al producto terminado
Precondiciones	Producto terminado creado, Validar componentes
Excepciones	N/A

Tabla 23: Caso de uso, registrar producción

Caso de Uso	Registrar producción
Actores	Usuario
Prioridad	Alta
Descripción	El usuario ingresará la producción diaria realizada por el producto
Precondiciones	Disponibilidad de inventario
Excepciones	Al ingresar una producción no valida

Tabla 24: Caso de uso, calcular punto de equilibrio

Caso de Uso	Calcular punto de equilibrio
Actores	Modulo planeación de operaciones, usuarios
Prioridad	Alta
Descripción	El sistema calculará en base al costo por unidad, la producción diaria y los costos variables el punto de equilibrio
Precondiciones	Definir costos variables, calcular costo por unidad, calcular producción diaria
Excepciones	N/A

Tabla 25: Caso de uso, cantidad económica a producir y a pedir

Caso de Uso	Calcular cantidad económica a producir y a pedir.
Actores	Módulo de planeación de operaciones, usuarios
Prioridad	Alta
Descripción	El sistema calculará en base a los costos de producción, demanda diaria y producción diaria la cantidad económica a producir, y en base a los requerimientos de inventarios, demanda diaria y costos de pedido la cantidad económica a pedir
Precondiciones	Costos de producción, demanda diaria, producción diaria
Excepciones	Se produce una excepción si aún no se han registrado los inputs requerido

Tabla 26: Caso de uso, calcular pronóstico

Caso de Uso	Calcular pronostico
Actores	Módulo de planeación de operaciones, usuarios
Prioridad	Alta

Descripción	El sistema determinará el pronóstico a corto, mediano y largo plazo en base a las ponderaciones y registros históricos
Precondiciones	Obtener producción diaria, establecer ponderaciones
Excepciones	NA

8.2.4. Control Operacional

El módulo de control operacional proveerá de información útil e integra que permitirá a los administradores, gerentes y dueños de las Pymes tomar la mejor decisión en base a la información analizada.

Unas de las principales funcionalidades dentro del módulo control operacional está el control de calidad, dicha funcionalidad se deberá de llevar por rangos de horas, y se alimentará de lo registrado de la producción (dentro del sub módulo gestión diaria) y brindará de información relevante del proceso productivo, permitiendo identificar las principales fallas que estuvieran ocasionando que el problema no estuviera dentro de los límites de control aceptados.

Las principales funcionalidades e interacciones en el módulo control operacional se basan en la creación de alertas de control, desarrollo de diagramas de control y generación de reportes que permitirán a los administradores de las Pymes una mayor visibilidad de la gestión operacional y planeación de la producción, a continuación, se enumeran los casos de usos de estas funcionalidades para este módulo:

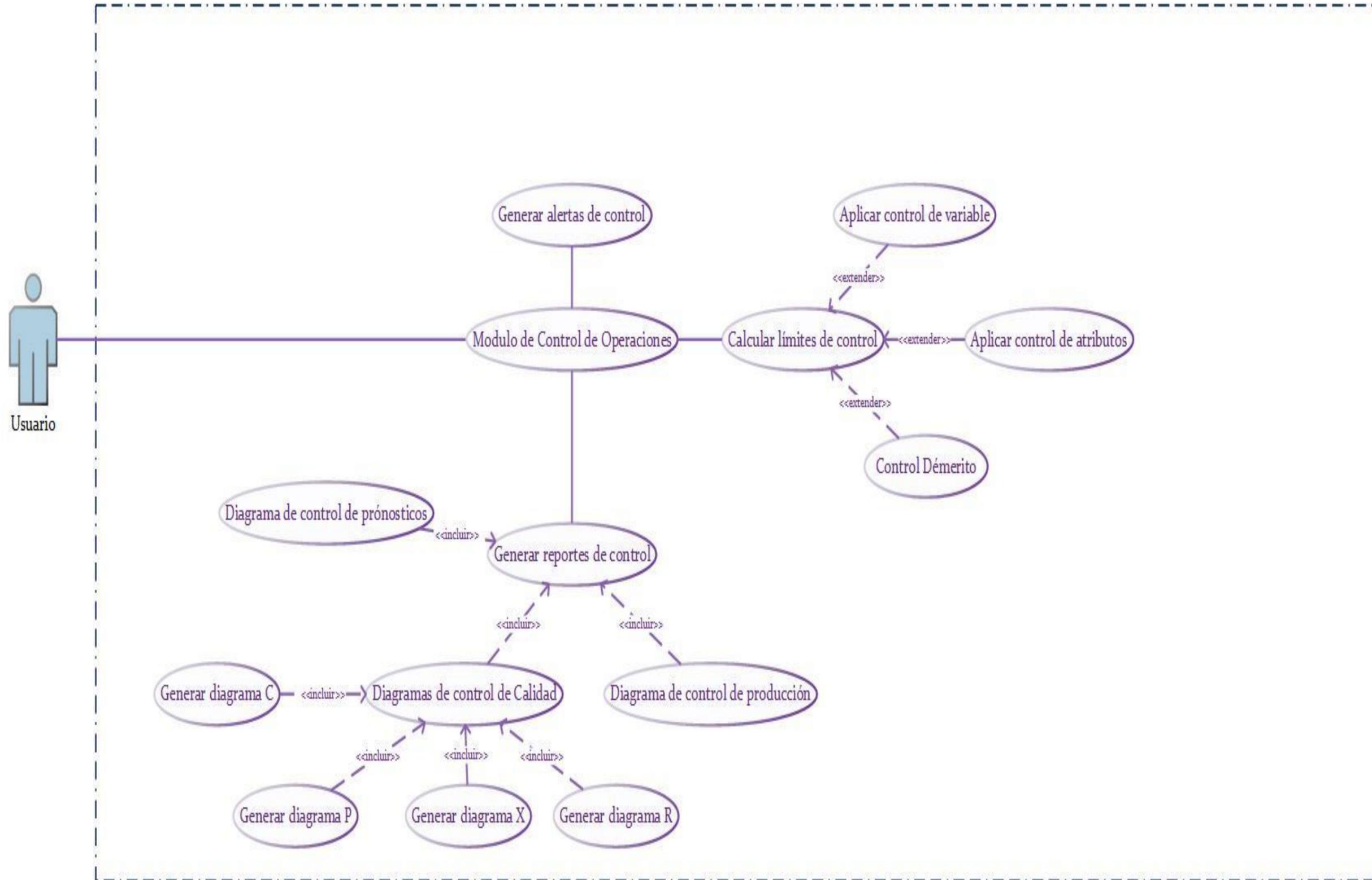


Ilustración 12: Caso de uso, modulo control operacional

Tabla 27: Caso de uso, calcular límites de control

Caso de Uso	Calcular límites de control
Actores	Modulo control operacional, modulo planeación de operaciones,
Prioridad	Alta
Descripción	El modulo planeación de operaciones realizará el cálculo de los límites de control, y el modulo control operaciones guardará estos indicadores y aplicará los diferentes mecanismos de control en el sistema
Precondiciones	Agregar registro de control, fracción disconforme, calcular promedio de observación
Excepciones	Sin registros de producción, fracción disconforme errónea

Tabla 28: Caso de uso, generar diagramas

Caso de Uso	Generar diagramas de control
Actores	Modulo control operacional
Prioridad	Alta
Descripción	El modulo control operacional, en base a los límites de control calculados, generará los diagramas de control con los métodos P, C, X, R y control de Demerito, además de generar los distintos diagramas de control para la producción y planeación de operaciones
Precondiciones	Calculo de los límites de control
Excepciones	NA

8.2.5. Uso de la aplicación Web

Por último, se debe de definir los casos de uso referente al aplicativo web; en esta sección se incluirán aquellos que no se han definido en los módulos anteriormente descritos y que brindan valor agregado a la interacción con el usuario final.

Recalcar, principalmente las funcionalidades administrativas que en este módulo se incluyen, que permitirán al administrador gestionar accesos a los usuarios, agregar nuevos roles, y administrar dichos roles.

Desde el aplicativo web se podrán realizar funcionalidades del módulo gestión operacional como del módulo control operacional

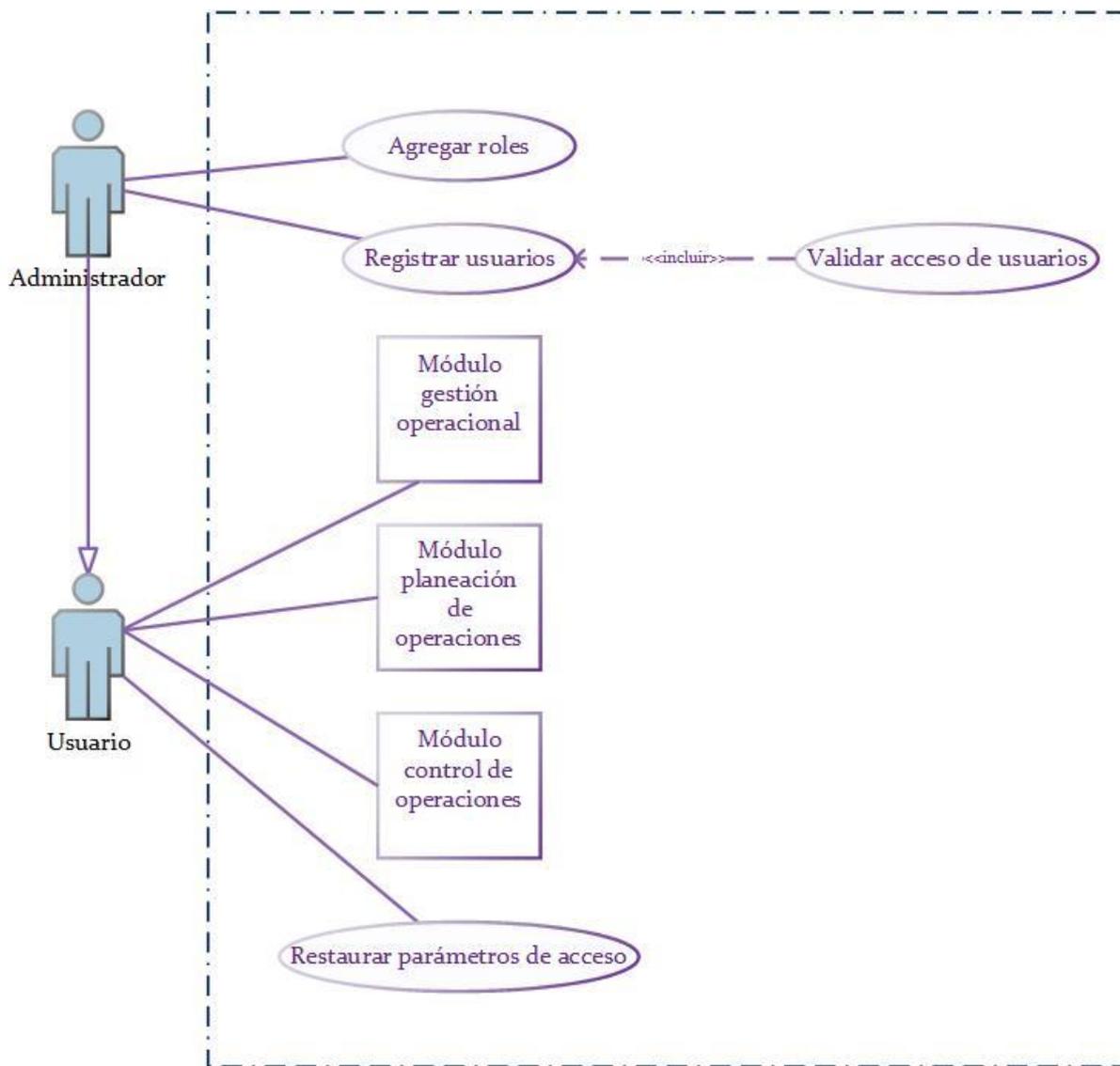


Ilustración 13: Módulo gestión web

Tabla 29: Caso de uso, registrar usuario

Caso de Uso	Registrar Usuario
Actores	Administrador
Prioridad	Alta
Descripción	El administrador del sistema registrará los usuarios al sistema, esto se hará desde el aplicativo web
Precondiciones	N/A

Excepciones	El usuario existe en la base de datos
--------------------	---------------------------------------

El administrador, proveerá de un correo electrónico (identificativo del usuario) y una contraseña. Se validará en la base de datos y en caso de existir el usuario se notificará al administrador.

El acceso a las diferentes funcionalidades del sistema las asignará el administrador, esto permitirá el dominio funcional.

Tabla 30: Caso de uso, asignar roles

Caso de Uso	Asignar roles
Actores	Administrador
Prioridad	Alta
Descripción	El administrador del sistema asignará roles a los usuarios creados
Precondiciones	Registrar usuarios
Excepciones	NA

Tabla 31: Caso de uso, agregar roles

Caso de Uso	Agregar roles
Actores	Administrador
Prioridad	Alta
Descripción	El administrador del sistema creará los roles pertinentes para el uso de la herramienta
Precondiciones	NA
Excepciones	NA

Una vez que los usuarios estén creados y sus roles asignados, se podrá acceder al sistema.

Tabla 32: Caso de uso, ingresar al sistema

Caso de uso	Ingresar al sistema
Actores	Usuario, Administrador
Prioridad	Alta
Descripción	Usuario y administradores ingresarán sus identificativos para ingresar al sistema
Precondiciones	Se requiere al menos un usuario administrador para ingresar al sistema
Excepciones	En caso de ingresar los campos requeridos, mandará un mensaje de error

Tabla 33: Caso de uso, validar acceso de usuario

Caso de uso	Validar acceso de usuario
Actores	Módulo gestión web
Prioridad	Alta
Descripción	Valida el usuario y contraseña para ingresar al sistema
Precondiciones	
Excepciones	En caso de ingresar los campos requeridos, mandará un mensaje de error

Tabla 34: Caso de uso, restaurar parámetros de acceso al sistema

Caso de uso	Restaurar parámetros de acceso al sistema
Actores	Módulo gestión web, usuario
Prioridad	Alta
Descripción	En caso de olvidar su contraseña el sistema permitirá restaurar la contraseña
Precondiciones	El usuario debe de existir
Excepciones	Brindar un usuario que no existe

8.2.6. Modelado de datos

El sistema suite de herramientas para la gestión, control y optimización de procesos productivos, permite al usuario gestionar sus niveles de inventario de materia prima y productos terminado, analizar detalladamente las estadísticas relevantes durante todo el proceso permitiendo así el control operacional y la aplicación de métodos y técnicas para la optimización de funciones claves como pronósticos de producción y planeación de los requerimientos productivos.

Justamente, por lo descrito anteriormente se procede a realizar el modelado de datos por módulos de forma independiente. A continuación, se muestra el modelado de datos para el módulo gestión operacional.

- **Modelo de datos: Gestión Operacional.** El objetivo de este módulo es de registrar cada movimiento operacional de la empresa. Movimientos como la de creación de materia prima, creación de productos terminados, gestión de inventario, proveedores, órdenes de compras y recepción de pedidos. La entidad Kardex, es la encargada de registrar las entradas y salidas de materia prima en las bodegas, así mismo, la entidad bodega-producto es la encargada de registrar y controlar el stock de inventario. En el anexo II, se muestra el modelo de datos para el modulo gestión operacional.
- **Modelo de datos: Planeación de operaciones** Los objetivos de estos módulos son las de registrar la producción diaria, a la vez de registrar los costos asociados a la producción y al pedido y la de aplicar los diferentes métodos y cálculos. Métodos y cálculos como la del cálculo de pedido óptimo, producción óptima, niveles de seguridad de inventario. Los pronósticos de producción tendrán un horizonte de tiempo de corto, mediano y largo plazo, en el anexo III se muestra el modelo de datos para el modulo planeación de operaciones
- **Modelo de datos: Control Operacional.** Las entidades control X, control R, control C, control P y control Demerito, se encargarán de registrar y aplicar el método de control de calidad correspondiente a lo producido previamente. En el anexo IV, se muestra el modelado de datos del módulo control operacional

8.2.7. Diagrama de clases

El diagrama de clases es el diagrama principal para el diseño de la aplicación, ya que presenta las clases del sistema con sus relaciones estructurales y de herencia, a la vez, incluye los atributos y métodos de clases.

El diagrama de clases se deriva del modelo de datos, descrito en la sección anterior. En esta sección se procede a determinar toda la interacción de las clases en los módulos de gestión operacional, planeación operacional y control operacional.

Primeramente, se define cada atributo relevante de las clases, determinar los campos identificativos de cada clase, para posteriormente definir cada uno de los principales métodos de clases.

Diagrama de clases: Gestión Operacional

En base al modelado de clases se identifican las siguientes clases para el módulo de gestión operacional.

- **Producto:** Representa todo componente o conjunto de componente que se produce o se recepciona en la empresa
- **Materia_Prima:** Clase que se deriva de producto, y representa todo producto que se recepciona para el proceso
- **Bodega_Materia_Prima:** Clase que detalla todo producto de tipo materia prima que ingresa en la bodega
- **Bodega:** Representa el almacén en donde se procesa o almacena un producto
- **Orden_Compra:** Representa la orden de pedido de materiales, los cuales se recepcionaran al momento de recibir la mercadería pedida.
- **Detalle_Orden_Compra:** Representa el detalle de la orden de compra solicitada
- **Compra:** Clase que representa la recepción de la orden de compra previamente solicitada
- **Detalle_Compra:** Detalle de la recepción de la orden de compra, en donde se detallarán la cantidad real recibida de lo pedido en la orden de compra, de igual forma se detallará el costo real y el importe real.

- Kardex: Clase que depende de lo registrado en la recepción para registrar los movimientos de entrada
- Detalle Devolución: Detalle de las devoluciones realizadas una vez hecha la recepción
- Devolución: Clase que representa las devoluciones que se realizan a los proveedores por productos que se recepciones y presentan alguna disconformidad.

- **Relaciones entre clases**

La clase Materia_Prima se deriva de la clase Producto, ya que Materia_Prima es un tipo de producto, a la vez, las clases Tipo_Inventario y Familia_Inventario tiene una relación 1 a muchos (1... *) con la clase Materia_Prima, ya que un tipo de inventario se asocia a uno o muchos productos de Materia _Prima, de igual una familia de inventario.

La relación entre las clases Materia_Prima y la clase Bodega es de muchos a muchos (*...*) ya que en muchas bodegas se almacenan muchos productos de materia prima, por tal motivo, se crea una clase de detalle entre las clases de bodega y materia prima que permite mantener la relación entre estas clases.

La relación entre la clase Materia_Prima y la clase Orden_Compra es de muchos a muchos (*...*), ya que muchos productos se piden en muchas ordenes de compras. Para representar esta relación se crea una clase de detalle entre las clases Orden_Compra y Materia_Prima.

Una vez hecho el pedido, se procede a recepcionar la mercadería una vez esta llegue al almacén, por tal motivo, la clase Orden_Compra, se relaciona con la clase Compra, esta relación es de mucho a muchos (*...*), ya que muchas recepciones de compras se generan por muchas ordenes de compras realizadas previamente. Para representar esta relación se crea la clase Detalle_Compra. De igual forma, la clase compra se

relaciona mucho a muchos (*...*) con la clase Devolución, ya que se pueden generar muchas devoluciones de muchas compras realizadas.

Por último, una vez recepcionado las órdenes de compra y haber devuelto los productos de lo recepcionado que no cumplían con los requisitos de la organización, se procede a registrar los movimientos de entrada y de salida. La clase Kardex tiene dependencia de las clases compra, la cual genera los movimientos que “suman” y de la clase devolución que genera los movimientos que “restan”. En la ilustración 14 se muestra el diagrama de clases para el módulo gestión operacional.

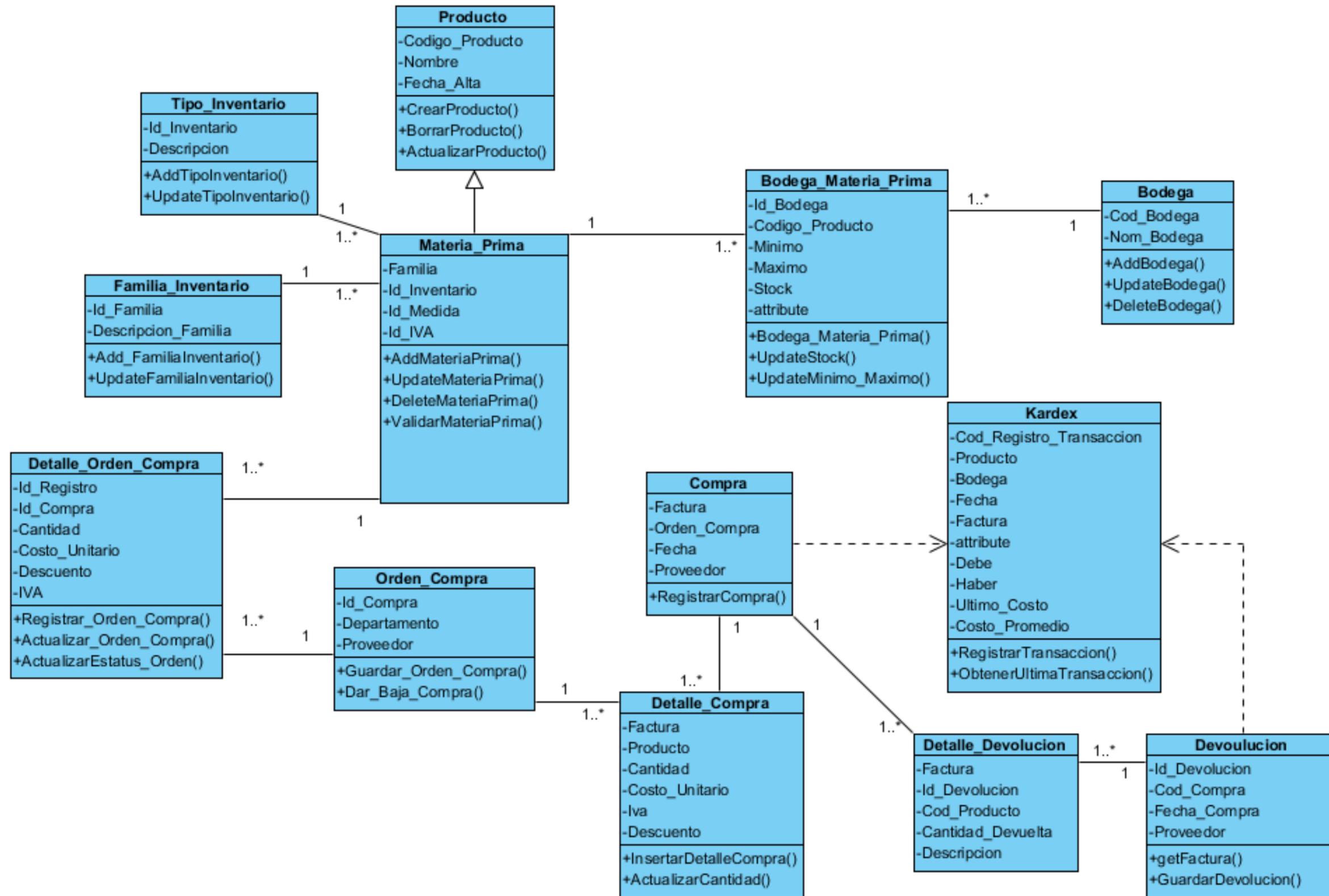


Ilustración 14: Diagrama de clase, Gestión operacional

- **Diagrama de clases: Planeación de Operación**

En base al modelado de clases del módulo planeación de operaciones se identifican las siguientes clases para este módulo:

- **Producto_Terminado:** Representa todos los productos que se elaboran en la empresa
- **Registro_Produccion:** Clase que representa el registro de todo lo que se produce en la empresa
- **Fallas:** Clase que representa las fallas que se originan en el proceso productivo
- **Línea:** Indica la línea de trabajo en el que se está elaborando el producto
- **Estación:** Indica la estación de trabajo que compone la línea de trabajo
- **Cantidad_Economica:** Esta clase representa tanto el resultado de cálculo que optimizaría el proceso ya sea de compra como de producir, indicando la cantidad óptima a producir o a pedir.
- **Cant_Econ_Producir, Cant_Econ_Pedir, Cant_Econ_Desc y Cant_Econ_Seguridad,** se derivan de la clase **Cantidad_Economica** y cada una representa y registra el resultado del método a implementar.
- **Registro_Pronostico:** Esta clase representa el resultado de los tres métodos de pronóstico a implementar.
- **Pron_Med_Plazo, Pron_Corto_Plazo, Pron_Largo_Plazo:** Cada una estas clases representa y registra el método de cálculo del pronostico
- **Punto_Equilibrio:** Representa el método de cálculo de la cantidad en punto de equilibrio

- **Relaciones entre clases**

La clase **producto_terminado**, tiene una relación recursiva, ya que un **producto_terminado** se compone de ninguno a muchos elementos, a la vez, la clase **producto_terminado** se relaciona con la clase **materia prima**, ya que de igual forma un

producto terminado, se puede componer ya sea de ninguno a muchos elementos de producto de materia prima.

Para llevar el registro de producción, la clase producto terminado se relaciona con la clase registro producción, esta relación es de muchos a muchos, ya que se requiere se contabiliza muchos productos en muchos registros de producción, para representar esta relación se crea una clase de detalle de registro de producción. A la vez, la clase línea tiene una relación de uno a muchos (1...*) con la clase registro_producción, ya que muchos registros de producción se contabilizan en una línea de producción.

En el proceso de producción, pueden efectuarse tiempo no productivo provocado por actividades planificadas (como reuniones matutinas, tiempo de almuerzo, etc...) y por fallas de máquinas o errores humanos, por tal motivo la clase falla se relaciona con la clase categoría y tipo de falla. La relación de la clase falla con la clase registro de producción es de muchos a muchos, ya que en muchos registros del proceso productivo se contabiliza muchas fallas. A la vez, las fallas pueden ser de muchos tipos y de muchas categorías

La relación de la clase producto terminado con las clases que proveen los métodos de cálculo de cantidad económica, es de muchos a muchos (*...*), ya que se pueden calcular varias cantidades económicas para varios productos, por tal motivo se requiere clases detalles para cada método.

De igual manera, las clases que proveen los métodos de pronósticos tienen una relación de muchos a muchos (*...*), ya que se pueden calcular varios pronósticos para varios pronósticos. En la ilustración 15 se muestra el diagrama de clase para el módulo planeación de operaciones.

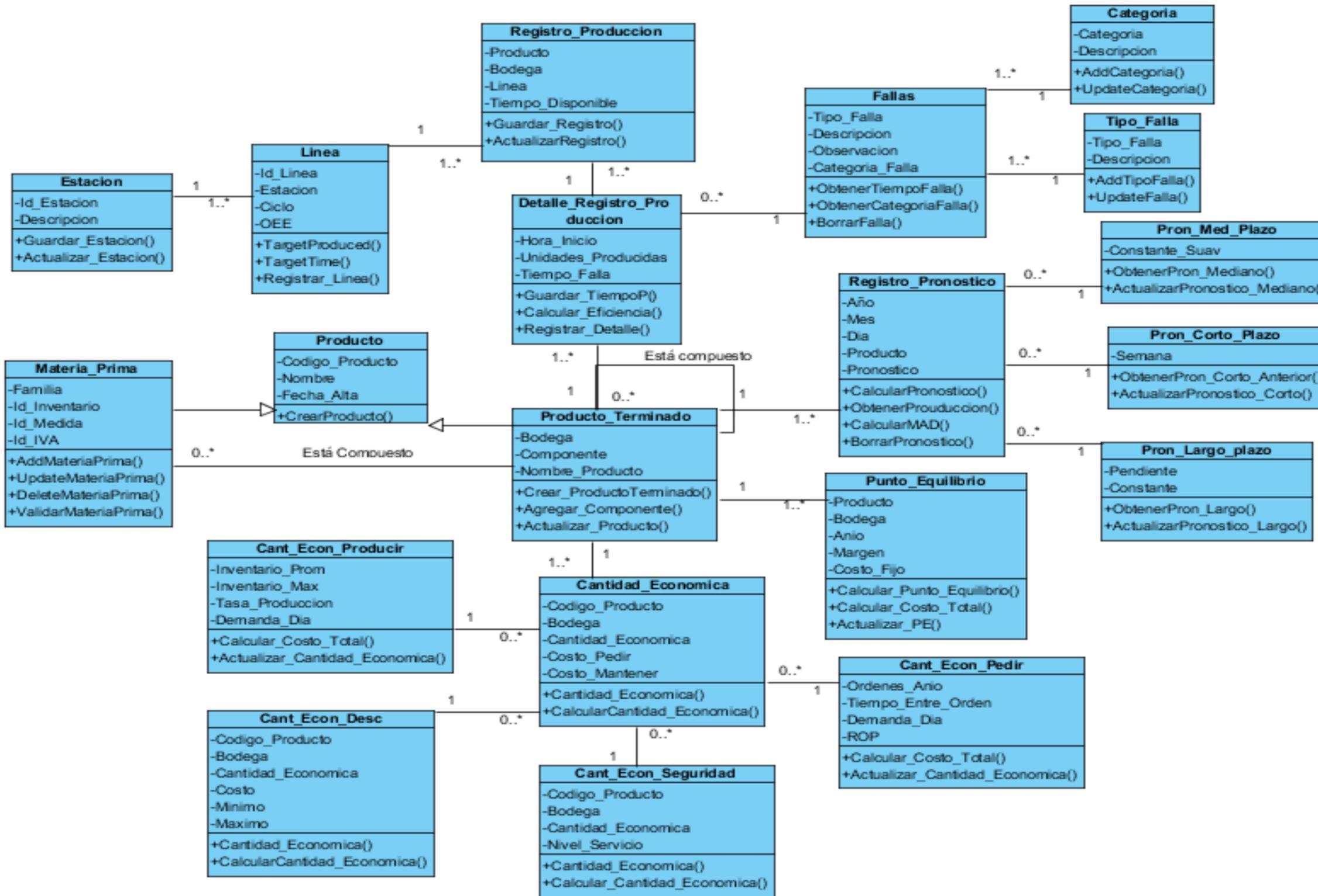


Ilustración 15: Diagrama de clases, Planeación operacional

- **Diagrama de clases: Control de Calidad**

En base al modelado de clases del módulo control de calidad, se identifican las siguientes clases para este módulo:

- **Control_Calidad:** Clase que representa el resultado del cálculo de los controles de calidad de lo registrado en producción, determinando los límites de controles óptimos para la producción.
- **Control_X, Control_C, Control_P, Control_R, Control_Demerito:** Clases que se derivan de la clase Control-Calidad, cada una implementa los distintos mecanismos de cálculo para el control de calidad
- **Reportes:**
- **Relaciones entre clases**

La clase Detalle Registro Producción tiene una relación muchos a muchos (*...*) con las clases del módulo control de calidad. Estas clases de control de calidad representan cada método de cálculo que se aplican en la herramienta.

Las clases de cálculo son control Demerito, control X, control X, control R, control C y control P, estas clases tienen una relación de generalización con la clase de control de calidad, ya que todas las clases de cálculo son propiamente controles de calidad, pero con diferentes aplicabilidades en el proceso productivo.

La clase de Reporte, permite gestionar todos los reportes ya sea de control de calidad como reportes de control de producción. Las clases reporte de control y la clase reporte de producción tienen una relación de generalización con la clase Reporte, ya que ambos son clases de Reporte, pero con operatividad diferentes. En la ilustración 16 se muestra el diagrama de clase para el módulo de control operacional

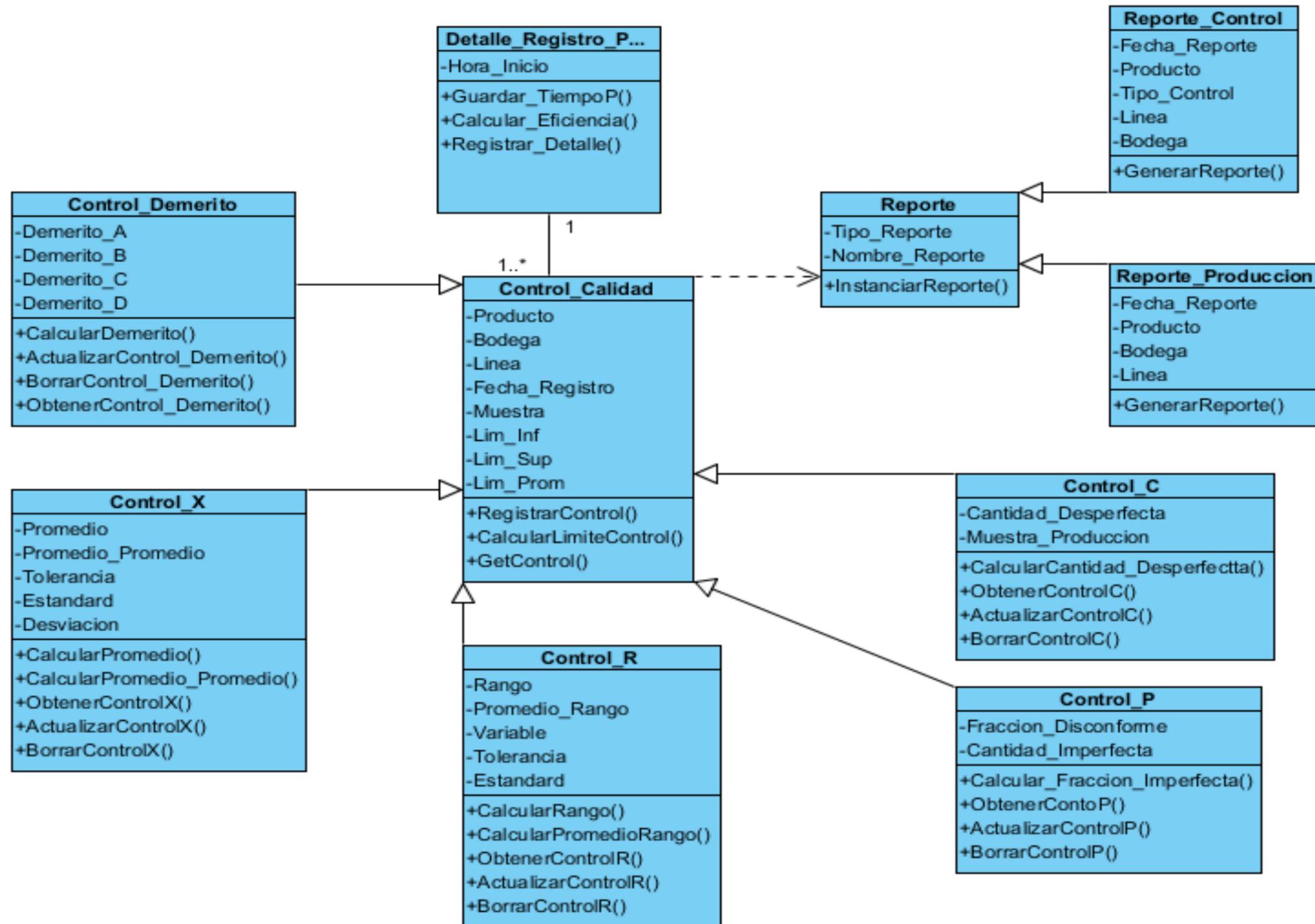


Ilustración 16: Diagrama de clase, Control operacional

8.2.8. Diagrama de base de datos

Una vez realizado el diagrama de clases se procede a realizar los diagramas de base de datos para cada módulo. En el anexo V, se muestran los diagramas de base de datos para el módulo de gestión de operaciones, de planeación de operaciones, control de calidad y el módulo web respectivamente.

8.2.9. Diagrama de actividades

Con el objetivo de representar los eventos a implementar de cada módulo del sistema, se procede a realizar el diagrama UML de actividades, considerando como punto de partida una vez se haya accedido al módulo en cuestión. Se detallará todo el proceso involucrado en las actividades de negocio, considerando muchas rutas de decisiones que existen en el progreso de eventos en cada una de las actividades. En el anexo VI, se muestran los diagramas de actividad, correspondiente a cada módulo.

8.2.10. Diagrama de secuencia

Con el fin de identificar los objetos participantes en las interacciones de la ejecución de la herramienta, se procede a desarrollar los diagramas de secuencia para cada módulo. Estos diagramas mostrarán a los objetos participantes y a las interacciones de la ejecución del sistema, además, mostrará los mensajes intercambiados entre ellos. A continuación, se presenta las principales interacciones de los módulos implementados, en el anexo VII se muestra el detalle de todas las interacciones de los usuarios con el sistema.

- **Modulo Gestión de operaciones**

Materia Prima:

Objetos: Materia Prima, Familia de materia prima, Tipo Inventario

Secuencia de acciones: El usuario presiona el botón añadir nuevo producto, lo que habilita los campos para ser ingresados. El usuario introduce los datos requeridos para la creación de producto. Al requerir la creación de una nueva familia de inventario, el usuario deberá de presionar en el botón “Familia de inventario”, el cual invocará la interfaz gráfica de usuario para la creación o edición de una nueva familia de inventario.

Posterior, si se requiere agregar un nuevo tipo de inventario, se deberá de presionar en el botón tipo de inventario, el cual invocará la interfaz gráfica de usuario para la creación o edición de un nuevo tipo de inventario.

Una vez ingresado los inputs requeridos, el usuario deberá de presionar en el botón guardar producto, el cual enviará los datos a los controladores de base de datos respectivos para la creación de productos. Una vez guardado el producto nuevo, el sistema deshabilitará los inputs y mostrará el producto creado en la tabla de productos. En el anexo VII, se muestra el diagrama de secuencia para la creación de producto.

Recepción orden de compra

Objetos: Orden de compra, Detalle_Orden_Compra, Detalle_Recepcion_Orden, Kardex, Bodega_Producto.

Secuencia de acciones

El usuario ingresa la orden de compra a recibir, el controlador de objeto de la orden de compra, valida que la orden exista y que no se haya recibido anteriormente, una vez revisado y validado el usuario ingresa en el número de la factura y actualiza la cantidad real recibida.

El controlador del objeto recepción de orden de compra, calcula los importes reales, seguido el usuario deberá de presionar en el botón guardar y el controlador de objeto de recepción orden de compra guarda la información recibida en la base de datos, además invoca al controlador de objeto Kardex y registra el movimiento de entrada de materia prima, actualiza el stock y el último costo. Al finalizar se mostrará un mensaje de éxito en la conclusión de la tarea, en caso de ejecutar la instrucción correctamente, en caso contrario, mostrará un mensaje detallando el error.

Proveedores

Objetos: Proveedores

Secuencia de acciones: El usuario presionará en el botón añadir nuevo proveedor, lo que habilitará los campos para ser ingresados. Posteriormente, el usuario ingresará

los inputs, en caso de detectar algún valor no válido para la creación o edición de nuevos proveedores, el controlador del objeto Proveedores, enviará un mensaje identificando el error, este mensaje será mostrado en la interfaz gráfica. En caso de agregarse correctamente, el usuario procederá a guardar los registros, presionando el botón de guardar, el cual enviará los datos al controlador del objeto de proveedores para guardar en la base de datos, deshabilitando los campos de inputs y mostrando el proveedor en la tabla de proveedores.

Orden de compra

Objetos: Proveedor, Bodega, Producto_Terminado, Departamento, Detalle_Orden_Compra, Orden_Compra.

Secuencia de acciones:

El usuario seleccionará el proveedor, bodega y fecha para la creación de las órdenes de compra, para lo cual, los controladores de los objetos retornaran la lista de los proveedores, bodega existente. Posterior, el usuario ingresará los productos y los departamentos asociados a esta orden, los controles de objetos validarán los productos ingresados, y enlistarán los departamentos creados.

El usuario, deberá de introducir todo el detalle requerido, posterior presionará el botón agregar detalle, el objeto control del objeto detalle_orden_compra, calculará y mostrará los totales. Una vez agregado todos los productos a solicitar, el usuario deberá de presionar el botón guardar registro, para la cual el controlador de objeto guardará en la base de datos la orden de compra creada. La ilustración 20, del anexo VII, se muestra el diagrama de secuencia de lo expresado anteriormente.

Devolución de productos

Objetos: Recepción de orden de compra, materia prima, detalle de devolución de compra, devolución de compra, kardex, bodega_producto.

Secuencia de acciones

El usuario buscará las órdenes de compras recepcionadas por rango de fechas, el controlador del objeto de recepción de órdenes de compras enlistará las órdenes recibidas en el intervalo de fecha. El usuario seleccionará alguno de los productos detallados en la recepción e ingresará la cantidad a devolver.

El usuario deberá de añadir el producto en el detalle de devolución y posteriormente presionar el botón guardar. El objeto controlador guardará la información requerida en la base de datos y mostrará un mensaje de éxito en caso de no encontrarse error, en caso contrario mostrará un mensaje detallando el error. En el anexo VII, se muestra el diagrama de secuencia para la devolución de productos

- **Modulo planeación de operaciones**

Objetos: Producto terminado, bodega, pronóstico a mediano plazo, detalle de producción, pronostico a largo plazo, pronostico a corto plazo

Secuencia de acciones

El usuario ingresa el código de producto, el controlador de objeto valido que el producto exista en la base de datos, a continuación, el usuario selecciona una bodega e ingresa el coeficiente de suavización. Posterior, el usuario deberá de presionar en el botón calcular pronóstico.

El controlador del objeto pronostico mediano plazo, primeramente, obtiene el detalle de producción del objeto Detalle_Producción, el cual le enviará el detalle de producción para el producto en cuestión. El objeto pronostico a mediano plazo, tratará de obtener el último pronostico a mediano plazo realizado, en caso de no haberse registrado uno, tratará de obtener el último pronostico a largo plazo, en caso de no existir un pronóstico a largo plazo registrado previamente, tratará de obtener el último pronostico a corto plazo.

El objeto mediano plazo, retornará el cálculo del pronóstico, por último, el usuario deberá de presionar el botón de guardar, para que el objeto pronostico mediano plazo guarde en la base de datos. En el anexo VII, se muestra el diagrama de secuencia para el modulo planeación

- **Modulo control operacional**

Objetos: Producto terminado, bodega, pronóstico a mediano plazo, detalle de producción, pronostico a largo plazo, pronostico a corto plazo

Secuencia de acciones

El usuario ingresa el código del producto, el controlador del objeto producto terminado valida que el producto exista, en caso de existir, el usuario deberá de seleccionar una fecha y una bodega. Posterior, el usuario deberá de presionar el botón añadir control. El sistema habilitará las opciones de la cuadrícula para ingresar los detalles del control de calidad.

El controlador del objeto control de calidad, hará los cálculos pertinentes, en base al detalle ingresado y retornará los límites de control de calidad para el producto ingresado. Por último, el usuario deberá de presionar el botón guardar para registrar el control de calidad, una vez guardado, el objeto control de calidad mostrará un mensaje de éxito en caso de ejecutarse correctamente, de no ser así, el sistema detallará el error. En el anexo VII se muestra el diagrama de secuencia con el método P.

8.3. Construcción de la herramienta de la suite

La presente herramienta para la gestión, el control y optimización de procesos productivos, proporciona una interfaz gráfica que permite seleccionar los distintos métodos a aplicar, además de presentar un entorno web para la gestión de usuarios y gestión operacional.

Esta herramienta, está desarrollada bajo el paradigma de orientación a objetos, y se desarrolló bajo la herramienta Visual Studio como IDE y C# como lenguaje de programación.

La estructura de proyecto está compuesto por cuatro capas, separando los controles de acceso a los datos, la lógica del negocio y las interfaces gráfica tanto para el aplicativo web, como el aplicativo de escritorio

Poner gráfica de componentes

La capa de acceso a datos está estructurada por las clases CRUDS, las clases compuesta y las clases de gestión.

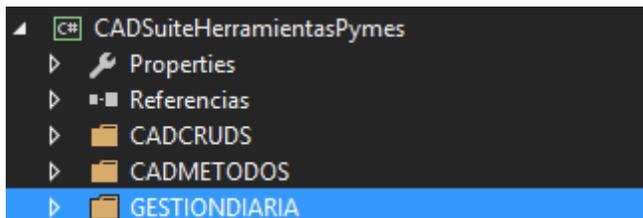


Ilustración 17: Estructura de la capa de acceso a datos

La capa suite_herramientas_pymes, contiene las vistas del aplicativo de escritorio, estructurada por los distintos tipos de métodos que se aplicarán.

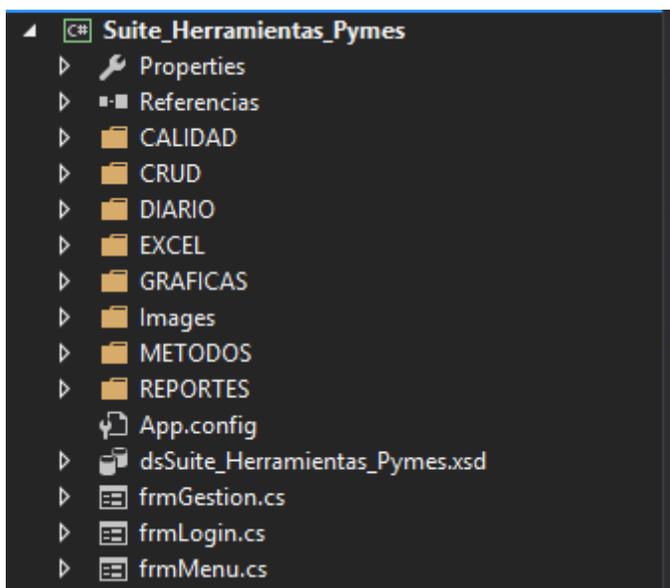


Ilustración 18: Estructura de la capa de vista

La capa BusinessLogic, implementa las reglas de negocio. Está estructurada por todas las clases que contienen la lógica para ejecutar los métodos de cálculos.

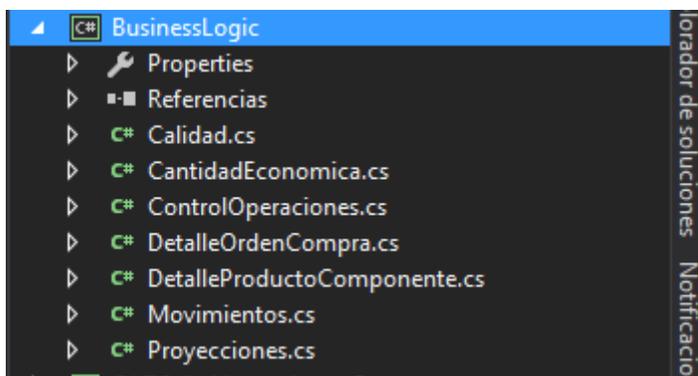


Ilustración 19: Estructura de la capa de lógica del negocio

8.3.1. Acceso de datos con SQL

El gestor de base de datos es SQL – Sever, las fuentes de datos de los distintos mecanismos de accesos son procedimientos almacenados SQL, que retornan escalares y tablas de objetos. Además, se requirió crear objetos de tipo vistas en el gestor de base de datos para poder crear consultas compuestas e implementar procedimientos almacenados en varias tablas. Los objetos de tipo vistas en el desarrollo se identifican con las iniciales Vw.

La cadena de conexión a la base de datos se almacena, según los estándares de .Net, en el archivo denominado app.config y web.conf para el aplicativo de escritorio y aplicativo web respectivamente. Estos archivos permiten la configuración de aplicaciones el cual se encuentra en formato xml, que contiene la información de las configuraciones de la aplicación, lo que se aprovecha para almacenar y poder manejar en el futuro cambio de servidor y base de datos modificando la cadena de manera sencilla

8.3.2. Creación de módulos

A continuación, se presenta el desarrollo de las principales funcionalidades para cada módulo.

Entre las principales funcionalidades en el módulo de gestión operacional están la recepción de órdenes de compra y los movimientos de entrada y salida de materia prima en el almacén.

La recepción de órdenes de compra se aplicará a los pedidos que están en estado pendiente, el usuario tendrá la posibilidad de definir las cantidades recibidas contrarrestando las cantidades pedidas, a continuación, en la ilustración 20 se muestra la consulta SQL para obtener las ordenes pendiente

```
SELECT      Orden_Compra.Id_Compra, Proveedor.Nombre_Comercial, Orden_Compra.Fecha,
  Orden_CompraDetalle.Codigo_Producto, Orden_CompraDetalle.Descripcion,
  Orden_CompraDetalle.Cantidad, Orden_CompraDetalle.Costo_Unitario,
  Orden_CompraDetalle.IVA, Orden_CompraDetalle.Descuento, Orden_CompraDetalle.Otros_Impuestos,
  Departamento.Descripcion AS Departamento, Bodega.Nombre_Bodega
FROM        Orden_Compra INNER JOIN
  Orden_CompraDetalle ON Orden_Compra.Id_Compra =
  Orden_CompraDetalle.Id_OrdenCompra INNER JOIN
  Departamento ON Orden_CompraDetalle.Departamento_Solicitante =
  Departamento.Cod_Departamento INNER JOIN
  Bodega ON Orden_Compra.Cod_Bodega = Bodega.Cod_Bodega INNER JOIN
  Proveedor ON Orden_Compra.Codigo_Proveedor = Proveedor.Cod_Proveedores
WHERE      (Orden_Compra.Estado = 0)
```

Ilustración 20: Fragmento de código para la obtención de ordenes de compras

Al momento de recepcionar las órdenes de compra, se ejecutan los procedimientos para actualizar la entrada de materia prima, último costo, actualizar el stock.

Los procedimientos almacenados InsertCompra y ActualizarEstadoOrdenCompra, registra las compras de las órdenes a la vez que actualiza los estados de las mismas. Mientras que el método InsertarDetalleCompra, invoca a los procedimientos para actualizar la bodega de los productos, registrar la entrada de los productos, actualizar el último costo y registrar los movimientos en el Kardex. A continuación, en la ilustración 21 se muestra el extracto del código desarrollado

En el módulo de planeación de operaciones se encuentran el registro de la producción diaria que es la base de todo el módulo, el pronóstico de largo plazo, clase que permite, posteriormente determinar los costos y demanda asociada al producto y las funcionalidades de control de calidad.

Primeramente, se registra la producción diaria y el tiempo detenido (downtime), para esto, desde la clase de ControlOperaciones se invoca los métodos para cada funcionalidad, los procedimientos que se utilizan para registrar la producción, se muestran a continuación.

```

Create PROCEDURE [dbo].[InsertScheduling]
(
    @Fecha datetime,
    @HoraInicio nvarchar(50),
    @HoraFin nvarchar(50),
    @Producto int,
    @Bodega int,
    @UnidadProducidas float,
    @EstacionTrabajo int
)
AS
    SET NOCOUNT OFF;
INSERT INTO [dbo].[Scheduling] ([Fecha], [HoraInicio], [HoraFin], [Producto], [Bodega],
[UnidadProducidas], [EstacionTrabajo]) VALUES (@Fecha, @HoraInicio, @HoraFin, @Producto, @Bodega,
@UnidadProducidas, @EstacionTrabajo);

```

Ilustración 21: Fragmento de código para el procedimiento de registro de producción

```

create PROCEDURE [dbo].[InsertDownTime]
(
    @Fecha datetime,
    @HoraInicio nvarchar(50),
    @HoraFin nvarchar(50),
    @Producto int,
    @Bodega int,
    @TiempoDownTime float,
    @CategoriaDownTime int,
    @Descripcion nvarchar(50),
    @EstacionTrabajo int
)
AS
    SET NOCOUNT OFF;
INSERT INTO [dbo].[DownTime] ([Fecha], [HoraInicio], [HoraFin], [Producto], [Bodega],
TiempoDownTime], [CategoriaDownTime], [Descripcion], [EstacionTrabajo]) VALUES (@Fecha,
@HoraInicio, @HoraFin, @Producto, @Bodega, @TiempoDownTime, @CategoriaDownTime, @Descripcion,
@EstacionTrabajo);

```

Ilustración 22: Fragmento de código para el procedimiento de registro de tiempo improductivo

Una vez registrada la producción diaria, se calcula el costo variable utilizando un algoritmo de recursividad, cuya finalidad es descomponer cada componente del producto terminado.

Todos los métodos implementados requieren como parámetros de cálculos tanto la producción real como la producción pronosticada, para obtener la producción real del

producto, se invocan los procedimientos almacenados siguientes, los cuales permiten obtener la producción real del mes en curso, así como la producción diaria.

```
select Produccion from Produccion_Real_Producto
where CodProducto = @CodProducto
and CodBodega = @CodBodega
and Anio = @Anio
and Mes = @Mes
and Day(Fecha) = @Day

select avg(Produccion) from Produccion_Real_Producto
where CodProducto = @Producto and CodBodega = @Bodega
and Year(Convert(date, Fecha)) = @Fecha
```

Ilustración 23: Fragmento de código del procedimiento de producción

Respecto al cálculo del pronóstico a largo plazo, se calcula primeramente la pendiente de la recta de la regresión lineal, para esto se procede a invocar el siguiente procedimiento.

```
select (Sum(rowA*produccionX) -count(rowA)*avg (cast(rowA as float))*avg(produccionX))
/ (SUM(rowA*rowA) - (COUNT(rowA)*avg(Cast(rowA as float)) * avg(Cast(rowA as float))))
from (select ROW_NUMBER() over(order by anio) as rowA, Mes,Anio, SUM(produccion) produccionX from
Produccion_Real_Producto
where Anio >= @Anio - 1
and CodProducto = @Producto
and CodBodega = @Bodega
and concat(mes,anio) <> @Concatenacion
group by Mes, Anio) tabla
```

Ilustración 24: Procedimiento almacenado para el cálculo de regresión lineal

Posterior, se calcula la constante de proyección, para la cual se utiliza el siguiente método

```
select avg(produccionX) - @Pendiente*AVG(rowA) from (select ROW_NUMBER() over(order by anio) as  
rowA, Mes,Anio,Sum(Produccion) produccionX from Produccion_Real_Producto  
where Anio >= @Anio-1  
and CodProducto = @Producto  
and CodBodega = @Bodega  
and CONCAT(mes,anio) <> @Concatenacion  
group by Mes,Anio) tabla
```

Ilustración 25: Fragmento de código para el cálculo de la constante de proyección

Por último, se calcula el pronóstico para cada mes requerido, para esto desde la clase “ControlOperaciones” se invoca al método de cálculo de pronóstico a largo plazo

A como se mencionó anteriormente, las clases de control operacional requieren obtener la producción diaria, ya que en base a este dato se determina el índice de calidad. Una vez obtenida la producción de calidad, cada cálculo de control de calidad procederá a determinar la desviación estándar en base a las diferentes características de cada método, para el caso del método de cálculo P, la desviación se calcula

Una vez calculada la desviación estándar, lo siguiente que se ejecuta es el cálculo de los límites de control para poder así, registrar el control. De igual manera, el mecanismo de cálculo y registro de los límites de control es el mismo para cada método, se utiliza como identificativo el carácter P, X, R, S, y C para diferenciar el origen del cálculo de cada control. A continuación, se muestra un extracto del código que se utiliza

8.4. Etapa de transición

La etapa de transición empezó el día 07 de mayo, día en el cual, se pidió al responsable del taller empezar a llevar registros formales de la producción y se propuso un formato para dicho registro (ver anexo VIII). Se acordó que cada día sábado a partir de ese mes, se consolidaría la información diaria, al culminar este mes, se brindó una capacitación in situ, del uso de la herramienta, y se brindó el manual de usuario.

Las visitas culminaron el día 07 de julio y con la consolidación de estos registros de producción se determinaron indicadores de eficiencia y control de calidad, así mismo se estableció, pronósticos a corto, mediano y largo plazo.

Importante recalcar que debido a que el taller no ha llevado un control apropiado, no se cuenta con registros sustentables de años anteriores, lo cual nos imposibilita determinar tendencias más afinadas en las proyecciones.

8.4.1. Pruebas funcionales del sistema

A como plantea Sommerville (Sommerville, 2005), las pruebas de software deben de ejecutarse teniendo como base los requerimientos funcionales y no funcionales. Para ejecutar las diferentes pruebas a realizar se utilizará el IDE Visual Studio .NET, esta estrategia se enfoca en la verificación de la unidad más pequeña del sistema (modulo del sistema)

Tabla 35: Prueba unitaria, validación de creación de producto de materia prima

Id_Prueba	PU_01
Nombre de Prueba	Validación de producto MP
Método a validar	ValidarProductoByCodigoProducto
Objetivo	Validar que el código de producto de MP a registrar no exista en la BD
Criterios de éxito	Insertar registro de producto de materia prima, utilizando el método InsertProducto
Criterios de fallo	Mensaje de error en los datos ingresados
Rol de usuario	Administrador, Gestión de operaciones
Precondiciones	
1. Usuario autenticado en el sistema	
2. Tipo de inventario configurado	
3. Tipo de familia de inventario configurado	
4. Tipo de medida configurada	

5. Tipo de IVA configurado
Flujo normal
1. El usuario inicia sesión en el sistema
2. Ingresa al módulo de gestión operacional
3. Se posiciona en la sección de productos
4. Presiona el botón nuevo producto
5. Ingresa la información requerida
6. Presiona el botón guardar
Resultados
1. El producto se registra exitosamente en la base de datos

Tabla 36: Prueba unitaria, obtener costo promedio de materia prima

Id_Prueba	PU_02
Nombre de Prueba	Obtener costo promedio de producto
Método a validar	GetCostoPromedioByCodProducto
Objetivo	Obtener el último costo promedio registrada para un producto que se almacena en una bodega
Criterios de éxito	Se obtendrá el costo promedio del producto en la bodega
Criterios de fallo	NA
Rol de usuario	Administrador, Gestión de operaciones
Precondiciones	
	1. Producto registrado en bodega
	2. Debe de existir un movimiento de entrada o de salida asociada al producto en la bodega
Flujo normal	
	1. El usuario inicia sesión en el sistema
	2. Ingresa al módulo de gestión operacional
	3. Registra una entrada de producto de materia prima

4. El sistema calculará el costo promedio
Resultados
1. La entrada de producto se registrará con el costo promedio actualizado

Tabla 37: Prueba unitaria, buscar órdenes de compra

Id_Prueba	PU_03
Nombre de Prueba	Buscar órdenes de compra
Método a validar	GetOrdenCompraByFactura
Objetivo	Obtener la orden de compra asociada a la factura de compra
Criterios de éxito	Se obtendrá el número de la orden de compra
Criterios de fallo	Se mostrará un mensaje de error, que indica que no se ha encontrado la orden
Rol de usuario	Administrador, Gestión de operaciones
Precondiciones	
1. Producto registrado en bodega	
2. Debe de existir una orden de compra creada	
3. Debe de existir una compra y recepción de la orden creada	
Flujo normal	
1. El usuario inicia sesión en el sistema	
2. Ingresar al módulo de gestión operacional	
3. Registrar una orden de compra	
4. Registrar la entrada de producto	
5. El usuario selecciona la opción de búsqueda de ordenes	
6. Ingresar el número de factura	
Resultados	
1. La orden de compra así como su detalle se mostrará en el sistema	

Tabla 38: Prueba unitaria, obtener producción acumulada

Id_Prueba	PU_04
Nombre de Prueba	Obtener producción acumulada
Método a validar	GetSumProduccionReal
Objetivo	Obtener lo producido en el año por un producto terminado
Criterios de éxito	Se obtendrá la producción del producto terminado en la bodega
Criterios de fallo	Se mostrará un mensaje de error, que indica que no se ha encontrado la producción asociada
Rol de usuario	Administrador, Control de operaciones
Precondiciones	
1. Producto registrado en bodega	
2. Se debe de haber registrado las unidades producidas del producto terminado	
Flujo normal	
1. El usuario inicia sesión en el sistema	
2. Ingresa al módulo de control operacional	
3. Registra las unidades producidas	
4. Carga la producción	
5. Presiona el botón de indicadores de producción	
Resultados	
1. Se muestra en el sistema las unidades producidas acumuladas	

Tabla 39: Prueba unitaria, obtener punto de equilibrio

Id_Prueba	PU_05
Nombre de Prueba	Obtener Punto de Equilibrio de Producto terminado
Método a validar	GetPuntoEquilibrio
Objetivo	Obtener los parámetros del punto de equilibrio
Criterios de éxito	Se obtendrá los parámetros del punto de equilibrio asociado al producto y bodega
Criterios de fallo	Se mostrará un mensaje de error, indicando que no existe un punto de equilibrio calculado
Rol de usuario	Administrador, Planeación de operaciones
Precondiciones	
	1. Producto registrado en bodega
	2. Se debe de haber registrado las unidades producidas del producto terminado
	3. Se debe de haber registrado el costo de pedido del producto
	4. Se debe de haber registrado el margen de venta
Flujo normal	
	1. El usuario inicia sesión en el sistema
	2. Ingresa al módulo de control operacional
	3. Ingresa a la sección de punto de equilibrio
	4. Carga o actualiza los costos asociados al producto
	5. Actualiza los márgenes de venta del producto asociado
	6. Se debe de presionar el botón de calcular punto de equilibrio
Resultados	
	1. Se muestra en el sistema el cálculo de punto de equilibrio

Tabla 40: Prueba unitaria, registrar control de calidad con el método P

Id_Prueba	PU_06
Nombre de Prueba	Registrar control de calidad, método P
Método a validar	InsertControlP
Objetivo	Registrar el control de calidad implementando el método de control de atributo P
Criterios de éxito	Se registrarán todos los parámetros de control
Criterios de fallo	Se mostrará un mensaje de error, indicando que no se registró el control de calidad
Rol de usuario	Administrador, Control de operaciones
Precondiciones	
	1. Producto terminado registrado en bodega
	2. Se debe de haber registrado las unidades producidas del producto terminado
Flujo normal	
	1. El usuario inicia sesión en el sistema
	2. Ingresa al módulo de control operacional
	3. Ingresa a la sección de control de calidad por atributos
	4. Selecciona el método de control P
	5. Selecciona la fecha de registro
	6. Ingresa los parámetros requeridos
	7. Selecciona el botón de guardar registro
Resultados	
	8. Se muestra en el sistema el cálculo de punto de equilibrio

8.4.2. Pruebas de seguridad de software

Tabla 41: Prueba unitaria, acceso al sistema

Id_Prueba	PU_07
Nombre de Prueba	Acceso al sistema
Método a validar	Acceder
Objetivo	Permite acceso a la herramienta a los usuarios al sistema
Criterios de éxito	Se podrá acceder a la herramienta
Criterios de fallo	No será posible acceder, y se mostrará un mensaje indicando que el nombre de usuario o contraseña no son válidos
Rol de usuario	Control de operaciones, Gestión de operaciones, Administrador
Precondiciones	
1. El usuario debe de existir en la base de datos	
Flujo normal	
1. El usuario ingresa un nombre de usuario	
2. El usuario ingresa su contraseña	
3. El usuario presiona el botón ingresar	
Resultados	
4. El usuario accede al sistema	

Tabla 42: Prueba unitaria, recuperar contraseña

Id_Prueba	PU_08
Nombre de Prueba	Recuperar contraseña
Método a validar	RecuperarContraseña

Objetivo	Permite recuperar y cambiar la contraseña en caso de olvido
Criterios de éxito	Se enviará al correo el enlace de verificación para cambiar contraseña
Criterios de fallo	Se mostrará un mensaje indicando que no fue posible verificar el correo
Rol de usuario	Control de operaciones, Gestión de operaciones
Precondiciones	
	2. El usuario debe de existir en la base de datos
	3. El correo ingresado debe de ser válido
Flujo normal	
	5. El usuario accede al aplicativo web
	6. Presiona la opción de olvidar contraseña
	7. Ingresa su correo electrónico
	8. Revisa en la bandeja de su correo electrónico el vínculo enviado
	9. Accede al vinculo
	10. El usuario deberá de ingresar una nueva contraseña con los requerimientos mínimos
Resultados	
	11. El usuario accede al sistema con la nueva contraseña

8.4.3. *Implantación en el taller María Victoria*

Descripción del proceso productivo para la fabricación de ataúdes de perfil medio

Previo a describir los pasos para la implantación de la herramienta, se debe de explicar el proceso productivo en el taller María Victoria. Para fines demostrativo se seleccionó el producto que más se fabrica en el taller, el cual es el ataúd de perfil medio.

El proceso de fabricación de ataúdes comienza con el moldeo de listones de madera a través de una maquina moldeadora que perfila los bordes tallando una lengüeta a un lado de cada listón y una ranura el otro. Posterior, se coloca pegamento para madera en los bordes y se colocan los listones en una prensa redondeada que une las lengüetas y las ranuras.

Al secarse los listones, se forma una pieza larga y curva, esta pieza se convertirá en la parte superior y los lados de la parte rectangular del ataúd. Para completar el rectángulo, se hace un corte en “V” en cada lado y se pega en él, un corte triangular hecho por listones de madera, mientras una prensa une fuertemente los componentes; las piezas de los extremos son sujetados con grapas de alta resistencia.

El siguiente paso es colocar el puente, esto comienza con una máquina cizalladora que corta una ranura atrás de la cubierta rectangular, se coloca el puente, que no es más que un trozo de madera engomado. Lo siguiente es pulir la madera, lo cual se realiza a mano, se adorsa la moldura decorativa a la base de la cubierta.

Una cierra corta la cubierta en dos, justo a través del puente, posterior un obrero arma la caja, que es la parte de bajo del ataúd, posterior, se pegan los lados y se coloca una moldura inferior afinando todo con grapa

Se une la cubierta y la caja, se utiliza bisagras y se rocía el ataúd con matices para madera y se frota por toda la superficie. El ataúd va a un horno para que se aplique el tinte, posterior se aplica barniz para dar un mejor acabado. Por último, cuando el barniz está seco, se coloca las agarraderas, se coloca la tela, y se forra con esponjas, además de colocar las correas para poder mantener el ataúd abierto. A continuación, se muestra el diagrama de flujo para el proceso de fabricación de los ataúdes



Ilustración 26: Diagrama de flujo para la fabricación de ataúdes de perfil medio

Instalación de la suite de herramientas

Se procedió a instalar el aplicativo en el computador del responsable y dueño del taller María Victoria, el proceso de implantación de la herramienta consiste en la previa instalación del gestor de datos SQL-Server, posterior la instalación del aplicativo entorno de escritorio, publicación del aplicativo web y todas sus dependencias.

Para la instalación del gestor de datos, se procedió a instalar el gestor de datos SQL-Server 2014, a como se muestra en la siguiente ilustración

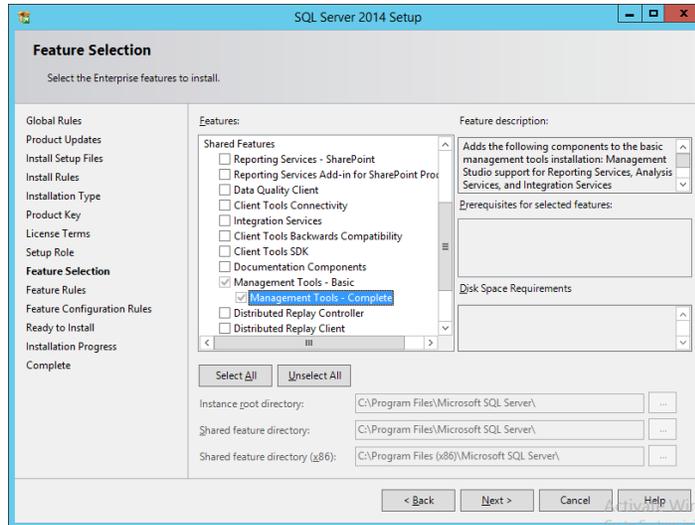


Ilustración 27: Instalación de SQL-Server 2014

Posterior, se configuró IIS en el computador, y se creó el sitio Suite, en donde se publicará la aplicación web desarrollada

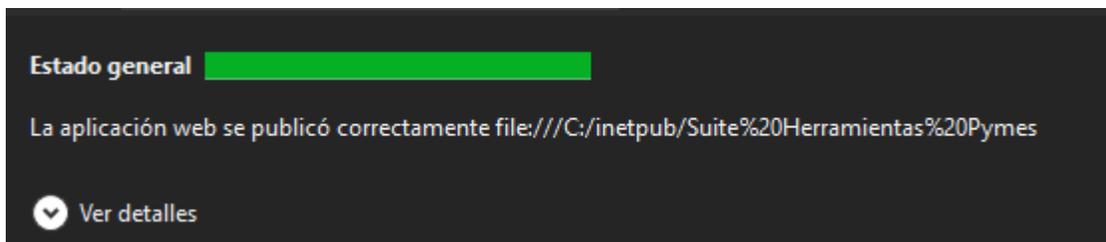


Ilustración 28: Publicación del sitio Suite Herramientas Pymes

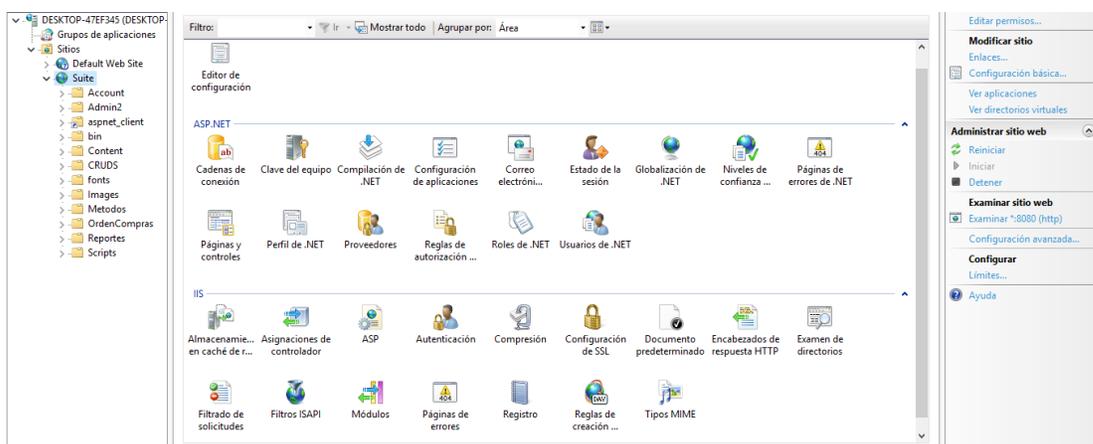


Ilustración 29: Configuración de Sitio en servidor IIS

Entre las configuraciones del sitio más importantes están la definición del puerto HTTP, el cual se definió en el 8080, la creación de la identidad SUITE, en donde se definió la versión del framework, y por último se creó un directorio virtual, en donde apuntaría a la carpeta generada por Crystal Report, para mostrar los informes.

El core de Crystal Report, recomendado para el Service Pack instalado en la máquina del cliente es la versión 13.0.2000.0.

Por último, se instaló el entorno de escritorio y se generó el script de inicialización de base de datos. Quedando implantado de este modo, el sistema completo.

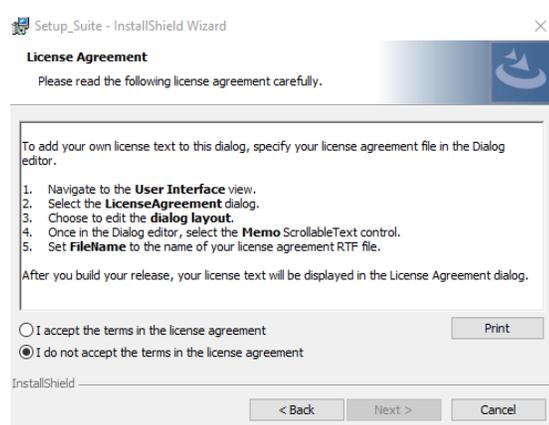


Ilustración 30: Instalación de entorno de escritorio

Una vez instalado el sistema, se procedió a registrar algunos indicadores para demostrar la funcionalidad del sistema, por solicitud del usuario, se registró la producción diaria de unos de sus productos más demandado, la creación de ataúdes.

En base a los registros obtenidos durante las fechas del 07 de junio al 07 de Julio de 2018, se determinó que el rendimiento en el taller María Victoria es de 92.3%. El costo de mano de obra asciende a C\$ 28, 672, mientras que los costos variables en C\$ 311,725.

La disponibilidad es de 88.6%, el tiempo no productivo originado por fallas operativas es de 1,526 minutos, identificando que entre las principales causas está el fallo de logística, en la que se incluye actividades como tiempo paro por no tener materia prima.

Con respecto a las proyecciones, se pronosticó a corto y a mediano plazo, por falta de registros históricos de más de 6 meses se decidió no proyectar a largo plazo ya que el modelo no sensibiliza bien pocos datos históricos.

Se determinó los límites de control, utilizando el control Demerito como método a aplicar, ya que es el método que mejor se adecúa a las características operacionales del taller María Victoria. Se observó que el proceso se encuentra bajo control estadístico de calidad, se determinó el Demerito estándar que es de 8.25, el límite inferior es de 3.32 y el superior de 13.18. En el anexo IX se muestra mayores detalles.

8.4.4. Manual de usuario

Con el fin de brindar los conocimientos necesarios para el uso eficiente de la herramienta, se procedió a crear un manual de usuario, el cual podrá ser accedido ya sea desde el aplicativo web, como por el aplicativo de escritorio. En el anexo XI se aprecia el manual de usuario para esta suite de herramientas

IX. CONCLUSIONES

Se desarrolló el sistema de herramientas informáticas para la gestión, el control y optimización de procesos productivos enfocados para las PYMES. Se identificó los principales obstáculos para el desarrollo empresarial en las pequeñas y medianas empresas del sector secundario, en base a encuestas realizadas por el Consejo Superior de la Empresa Privada (COSEP) y a investigaciones independientes de la Fundación Nicaragüense para el Desarrollo Económico y Social

Se seleccionó los algoritmos considerando los principales obstáculos identificados para las pymes enfocado en el sector secundario (empresas que se dedican a la transformación de materia prima), estos están implementados en las áreas de gestión operacional, planificación, gestión y control de la producción

Se codificó la herramienta en un ambiente de aplicación de escritorio, y en un entorno de aplicación web, brindando las principales configuraciones de seguridad para el uso de la herramienta

Se implantó la suite de herramientas en la Pyme Taller María Victoria; durante el periodo evaluado se determinó una eficiencia de 92.3%, el rendimiento el cual fue de 92.3%, se ha producido la cantidad de 76 ataúdes, el costo de mano de obra es de C\$ 28, 672, mientras que los costos variables para la fabricación ascienden en C\$ 311,725. La disponibilidad es de 88.6%, el tiempo no productivo originado por fallas operativas es de 1,526 minutos, los principales fallos son por fallas de logísticas y fallas en el servicio de energía eléctrica los cuales ocasionan el 60.2% del total de tiempo no productivo.

Se determinó mediante el método de control de calidad, los límites de control en el proceso; el punto medio de Demerito es de 8.25 deméritos/unidad, el límite inferior de 3.32 y el superior de 13.18. Se observó mediante el gráfico de control de calidad que el proceso se encuentra bajo control estadístico.

X. RECOMENDACIONES

Se recomienda la instalación y posterior implantación del sistema en pymes del sector secundario, es decir, cuyo enfoque sea la transformación de materia prima para la fabricación de algún bien y que dichas pymes requieran llevar de manera más eficaz y eficiente la gestión, el control y planificación del proceso productivo.

Con respecto a la funcionalidad del sistema, se recomienda que se lleve registros de producción con frecuencia diaria, y se lleve seguimientos de los controles de producción y gestión del mismo, además se recomienda tipificar las fallas en el proceso, con el fin de determinar que es un defecto muy grave, grave, moderado o leve.

Realizar proyecciones con frecuencia semanal, mensual y anual, esto brindará un rápido panorama del negocio, y poder gestionar de manera más eficiente los requerimientos de producción.

Por último, como parte de mejora continua del presente proyecto, se recomienda la creación de mecanismos de atención para las pymes, con el fin de brindar a los futuros clientes potenciales todo lo necesario en materia de capacitación e implementación de la presente herramienta.

XI. BIBLIOGRAFÍA

- Banco Central de Nicaragua (BCN). (2014). *BCN*. Obtenido de BCN:
http://www.bcn.gob.ni/estadisticas/estudios/2014/DT-21_Microfinanzas_y_pequenos_y_medianos_productores.pdf
- Bowerman, B. L., O'Connell, R. T., & Koehler, A. B. (2007). *Prónosticos, Series de Tiempo y Regresión*. Thomson 2.
- Chapman, S. N. (2017). *Planificación y Control de la Producción*. Ciudad de México: Pearson.
- Chase, R. B., Aquilano, N. J., & Jacob, R. F. (2004). *Administración de producción y operaciones*. Colombia: McGraw-Hill.
- COSEP. (2005). *Cosep.org.ni*. Obtenido de Cosep.org.ni:
http://www.cosep.org.ni/rokdownloads/main/cosep/vision_pymes_nicaragua.pdf
- Fernández Quezada, I., & González Alonso, P. J. (2011). *Diseño y Medición de Trabajos*. Oviendo, España: Universidad de Oviedo, Servicios de Publicaciones.
- Jay Heizer, B. R. (2004). *Principios de Administración de Operaciones*. Ciudad de México: Prentice Hall INC.
- La Prensa. (01 de 06 de 2013). *La Prensa*. Obtenido de La Prensa:
<http://www.laprensa.com.ni/2013/06/01/economia/148955-los-grandes-problemas-de-las-pymes>
- Ley 645, Diario Oficial de la República de Nicaragua. (2008). *Ley 645, Ley de Promoción, Fomento y Desarrollo de la PYMES*. Managua: Diario Oficial de la República de Nicaragua.
- Montgomery, D. C. (1991). *Control Estadístico de la Calidad*. Ciudad de México: Grupo Editorial Iberoamerica, S.A.
- Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2004). *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. Alfaomega.
- Organización Internacional del Trabajo. (2015). *Encuesta de empresas sostenibles Nicaragua*. Organización Internacional del Trabajo.
- Plattini, M., & Garcia, F. (2003). *Calidad en el desarrollo del software*. RA-MA S.A. Editorial.
- Pressman, R. S. (2010). *Ingeniería del Software: Un enfoque práctico*. Ciudad de México: McGrawHill.
- procesosdesoftware.wikispaces.com. (18 de Mayo de 2017).
procesosdesoftware.wikispaces.com. Obtenido de
procesosdesoftware.wikispaces.com:
<https://procesosdesoftware.wikispaces.com/METODOLOGIA+RUP>
- Sommerville, I. (2005). *Ingeniería del Software*. Madrid: Pearson Educación S.A.
- Taha, H. A. (1994). *Investigación de Operaciones*. México DF: AlfaOmega.

Urbina, G. B. (2006). *Formulación y Evaluación de proyectos infomáticos*. Ciudad de México: McGrawHill.

Vaart, G. &. (2008). *Defining SMEs: A less imperfect way of defining small and medium enterprises in developing countries*. Brookings Global.

Wadshworth, S. (2012). *Métodos de Control de Calidad*. CECSA.

XII. ANEXOS

Anexo I: Requerimientos funcionales

Tabla 43: Requerimientos funcionales

Id Requerimiento	Nombre	Descripción	Prioridad
Req-01	Creación de vistas de la suite	El usuario requiere que se creen tres vistas, una vista para el módulo de gestión de operaciones, una vista para el módulo de planeación y control de operaciones y una última vista para el módulo web	Alta
Req-02	Creación/Edición/Eliminación de productos	El sistema permitirá la creación, edición y eliminación de productos de tipo Materia Prima o de tipo proceso	Alta
Req-03	Definición de tipo de familia y tipo de inventario para el producto de materia prima	Se requiere que el producto tipo materia prima se agrupe en familia de productos y por tipo de inventario, esta agrupación será proporcionado por el usuario	Alta
Req-04	Asignación de código de barra	Se requiere que en los productos que se requieran se les agregue su respectivo códigos de barras	Media

Req-05	Creación/Edición/Eliminación de Proveedores	El sistema permitirá la creación de proveedores para la pyme	Alta
Req-06	Creación/Edición/Eliminación de órdenes de compra	El sistema permitirá la creación de órdenes de compra, indicando cantidad, detalle, precios, además debe de permitir la edición de estos parámetros	Alta
Req-07	Recepción de materia prima	El sistema deberá de permitir el registro de recepción de lo pedido en la orden de compra, permitiendo actualizar nada más que la cantidad recibida, calculando de esta manera el importe real	Alta
Req-08	Recepción de materia prima	El sistema permitirá recepcionar los productos solicitados en una orden compra, detallando el costo y cantidad real de los productos solicitados	Alta
Req-09	Devolución de Materia Prima	El sistema permitirá la devolución de materia prima en caso de que se considere que no cumple con algún parámetro de calidad	Media
Req-10	Generación de movimientos de Entradas y Salidas	El sistema determinará y calculará las entradas y salidas de acuerdo a los movimientos realizados	Alta
Req-11	Generación de Re kardex	El sistema permitirá el recalcu lo de los movimientos en caso de ingresar una factura retrasada	Media

Req-12	Creación de Productos terminados	El sistema permitirá la creación de productos terminados que se produzcan en la Pyme. El sistema generará los productos terminados en base a componentes	Alta
Req-13	Registro de producción	Se requiere registrar la producción de producto terminado	Alta
Req-14	Registro de indicadores de productividad	Se requiere definir el ritmo de trabajo y la eficiencia teórica del proceso; el sistema en base a estos inputs y el registro de producción deberá de calcular la disponibilidad, el rendimiento, la eficiencia general	Alta
Req-15	Cálculo de punto de equilibrio	El sistema deberá de calcular el punto de equilibrio anual y diario en unidades y moneda	Alta
Req-16	Planeación de inventario	Se requiere realizar las vistas de planeación de inventario, para los escenarios de pedido de materia prima y para los escenarios de producción de producto terminado, el escenario de pedido de materia prima se deberá de calcular con el método de cantidad económica de pedido, y el escenario de producción de producto con el método de cantidad económica a producir	Alta
Req-17	Pronosticar producción	Se requiere que el sistema provee de los elementos requeridos para realizar un pronóstico considerando escenarios de tiempo, corto, mediano y largo plazo. La	Alta

		proyección a corto plazo se realizará con el método de promedio móviles ponderado, la proyección a mediano plazo con el método de suavizamiento exponencial y el método a largo con el método de regresión lineal. De igual forma se requiere que el sistema determine indicadores de control de estos pronósticos	
Req-18	Determinar modelos de control	Se requiere implementar controles de calidad basados en modelos por atributos y modelos por variables	Alta
Req-19	Generar diagramas de control	Se requiere generar diagramas de control para los modelos de control de calidad	Alta
Req-20	Generar diagramas de control de la producción	Se requiere que el sistema genere diagramas de control de producción, permitiendo ver la evolución de las unidades producidas, tiempo productivo, tiempo no productivo y eficiencia general en un intervalo de fecha	Alta
Req-21	Generar reportes varios	Se requiere que el sistema genere reportes varios, considerando los elementos esenciales en cada módulo: Reportes de producto terminado, reportes de producto de materia prima, reporte de proveedores, reporte de órdenes de compra, reportes de órdenes recibidas, reportes de planeación.	Alta

Anexo II: Modelo de datos, módulo gestión operacional.

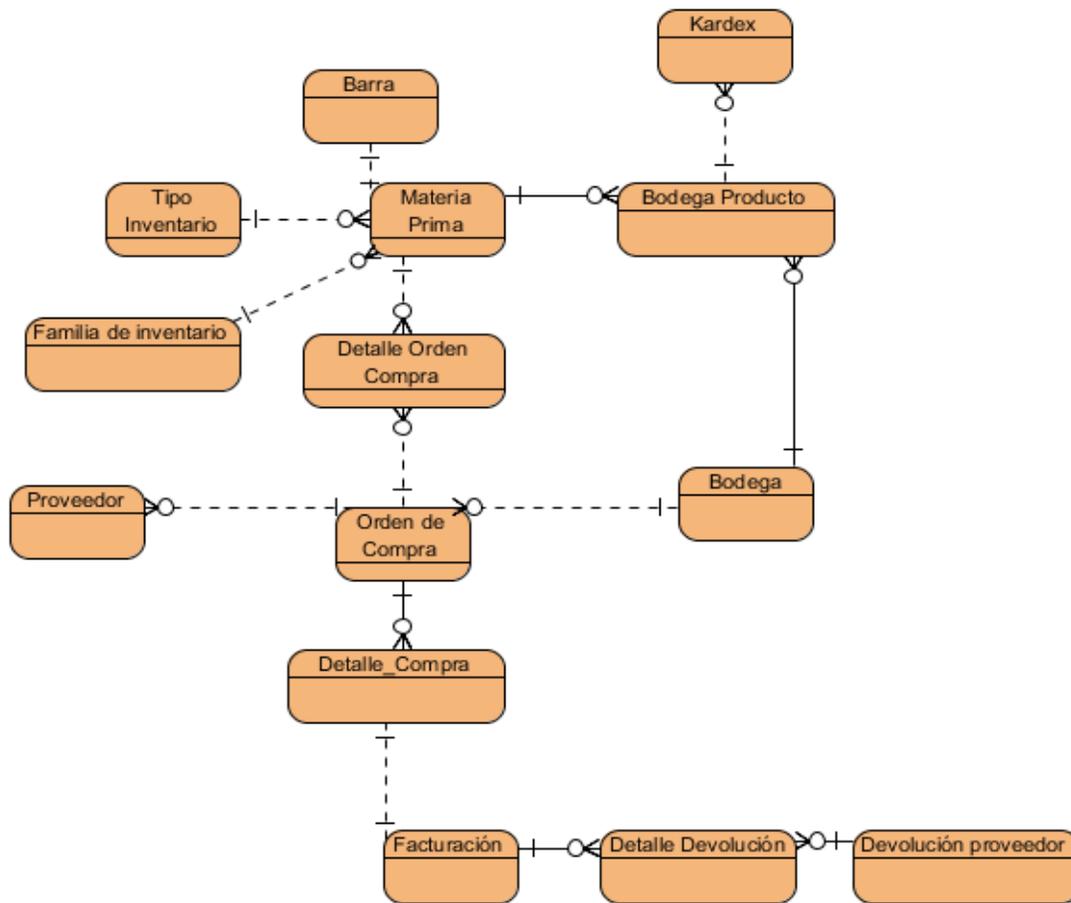


Ilustración 31: Modelo de datos, módulo gestión operacional

Anexo III: Modelo de datos, módulo planeación operacional

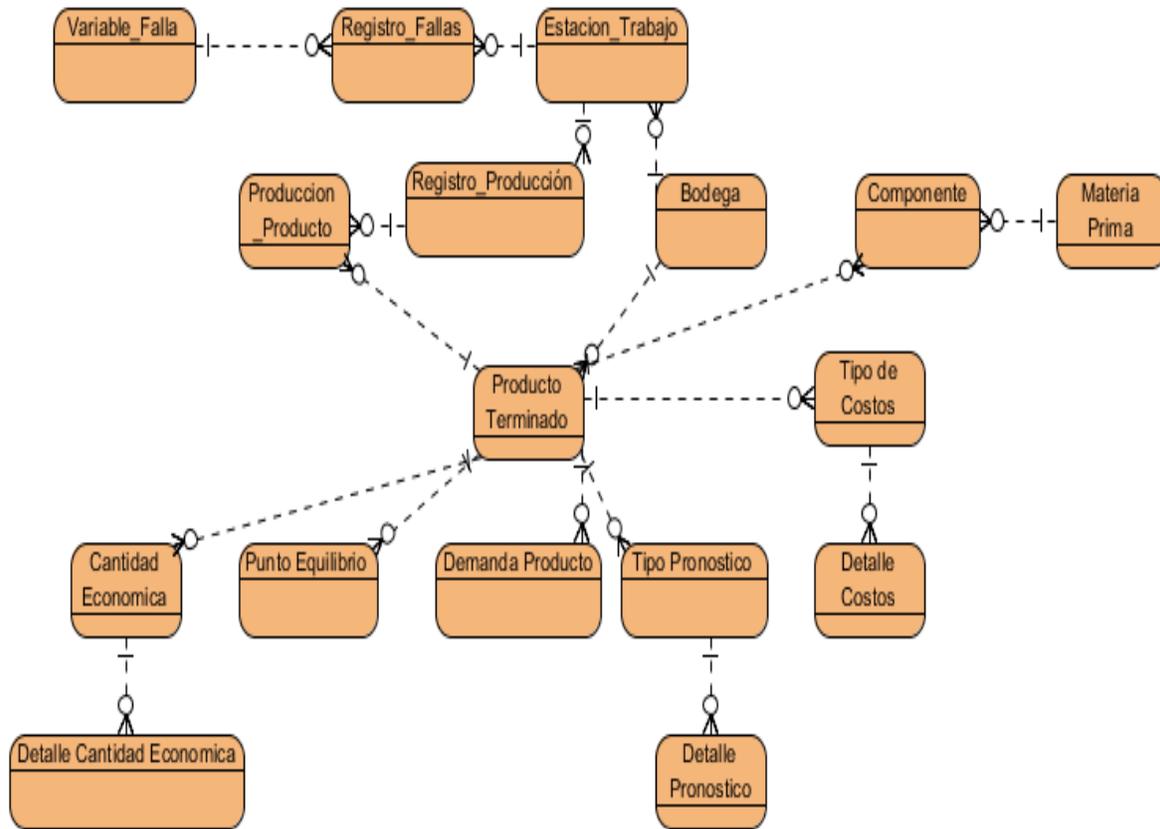


Ilustración 32: Modelo de datos, módulo planeación operacional

Anexo IV: Modelo de datos, módulo control operacional

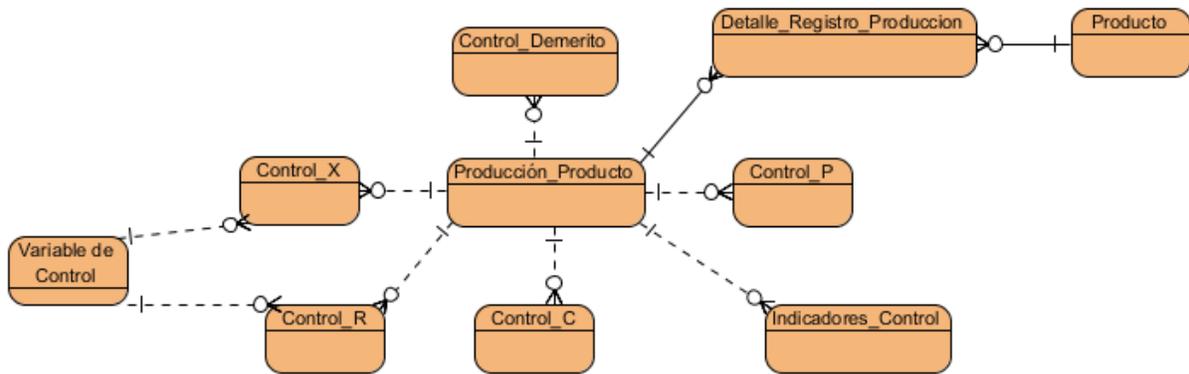


Ilustración 33: Modelo de datos, módulo control operacional

Anexo V: Diagramas de base de datos

Visual Paradigm Community Edition [not for commercial use]

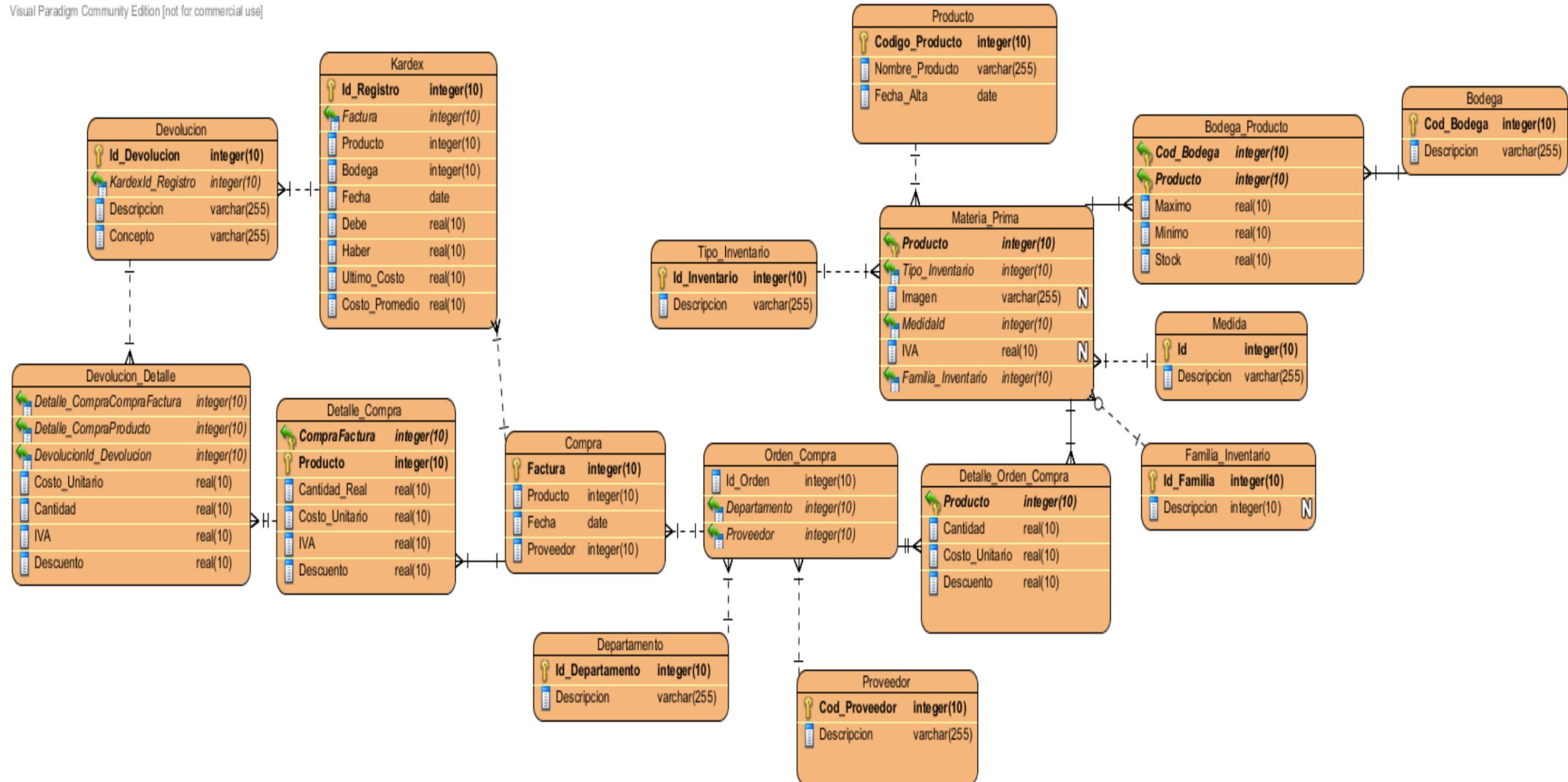


Ilustración 34: Diagrama de base de datos, Gestión operacional

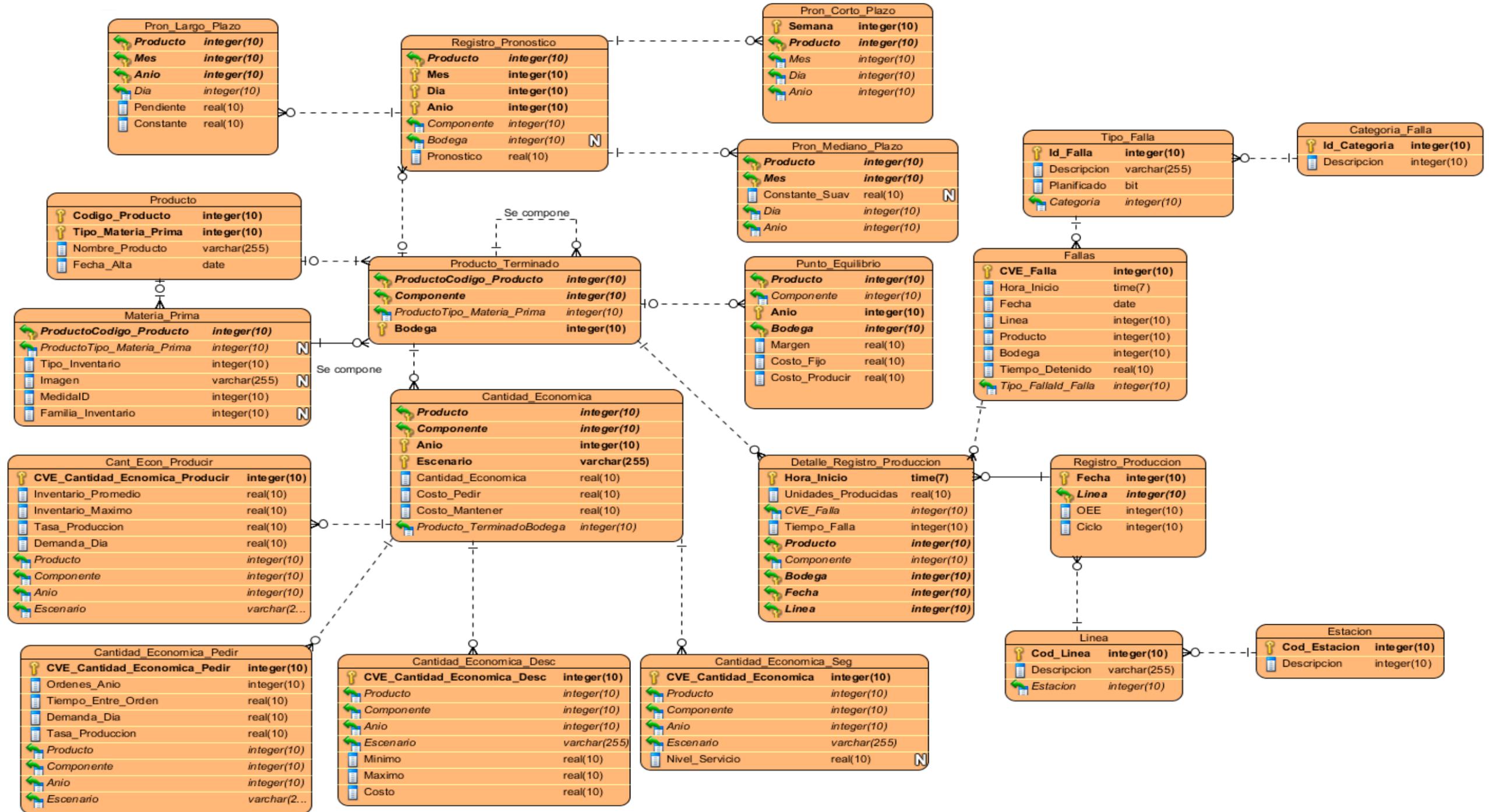


Ilustración 35: Diagrama de base de datos, planeación de operaciones

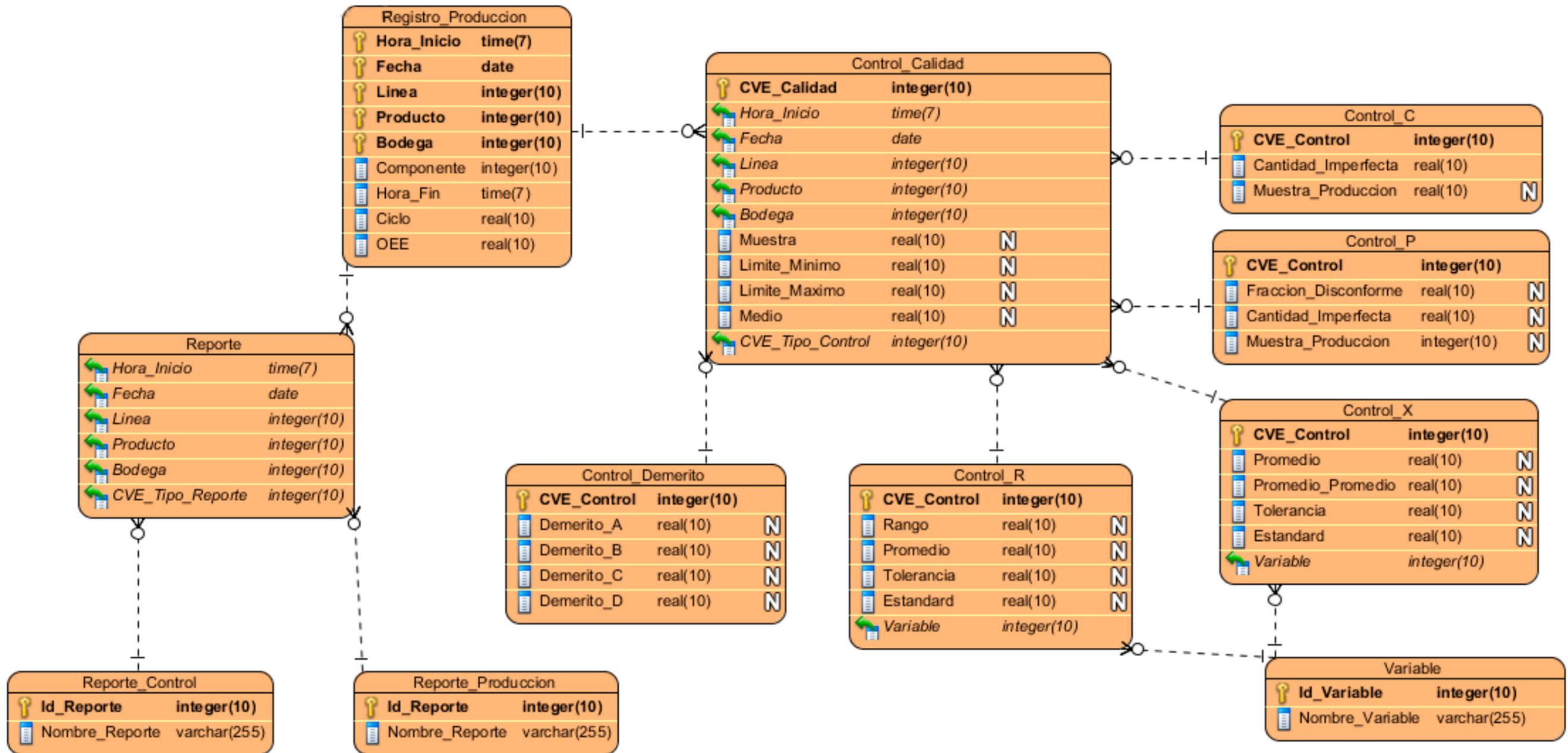


Ilustración 36: Diagrama de base de datos, Control operacional

Anexo VI: Diagrama de actividades

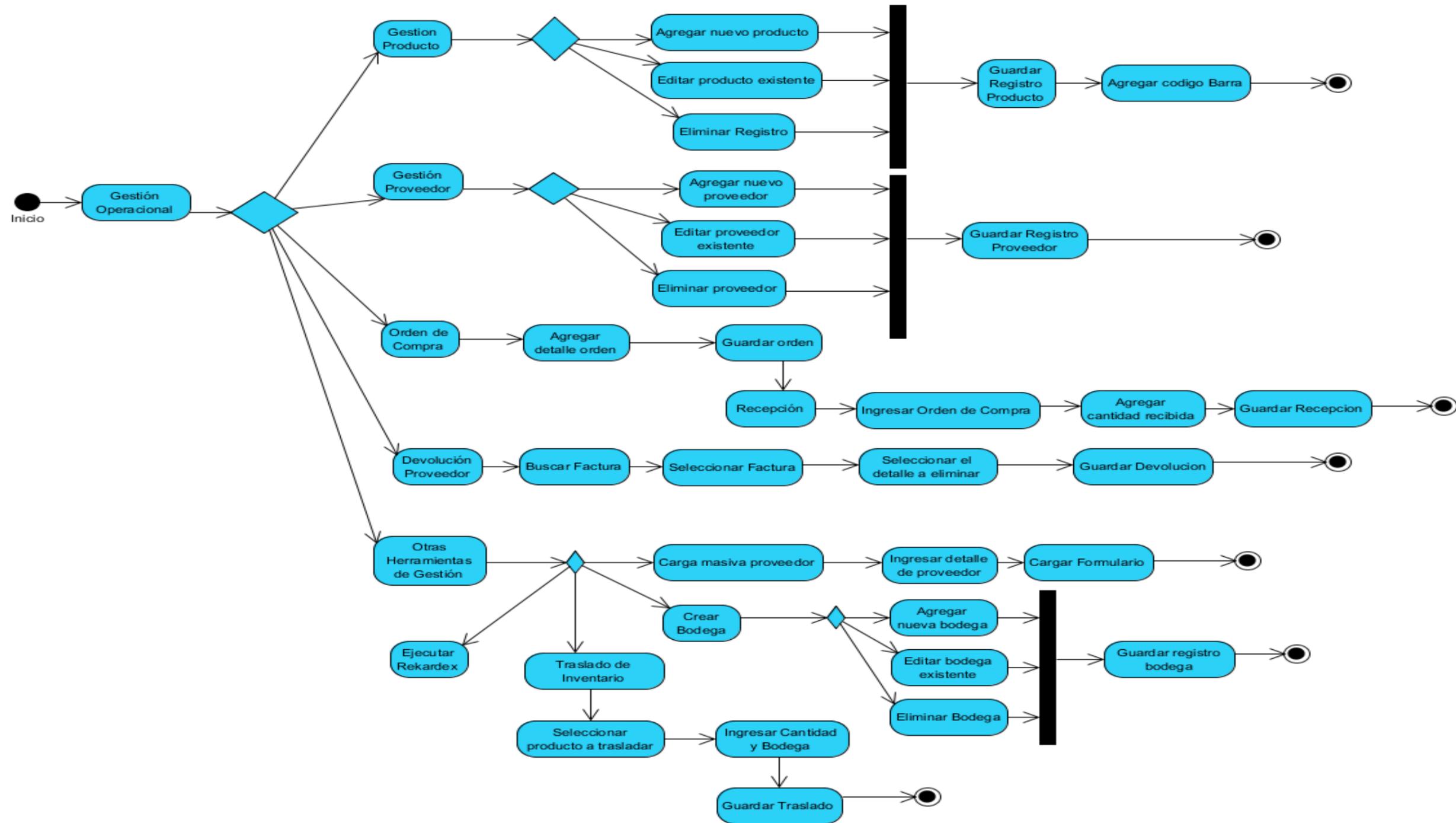


Ilustración 37: Diagrama de actividad, Gestión de operaciones

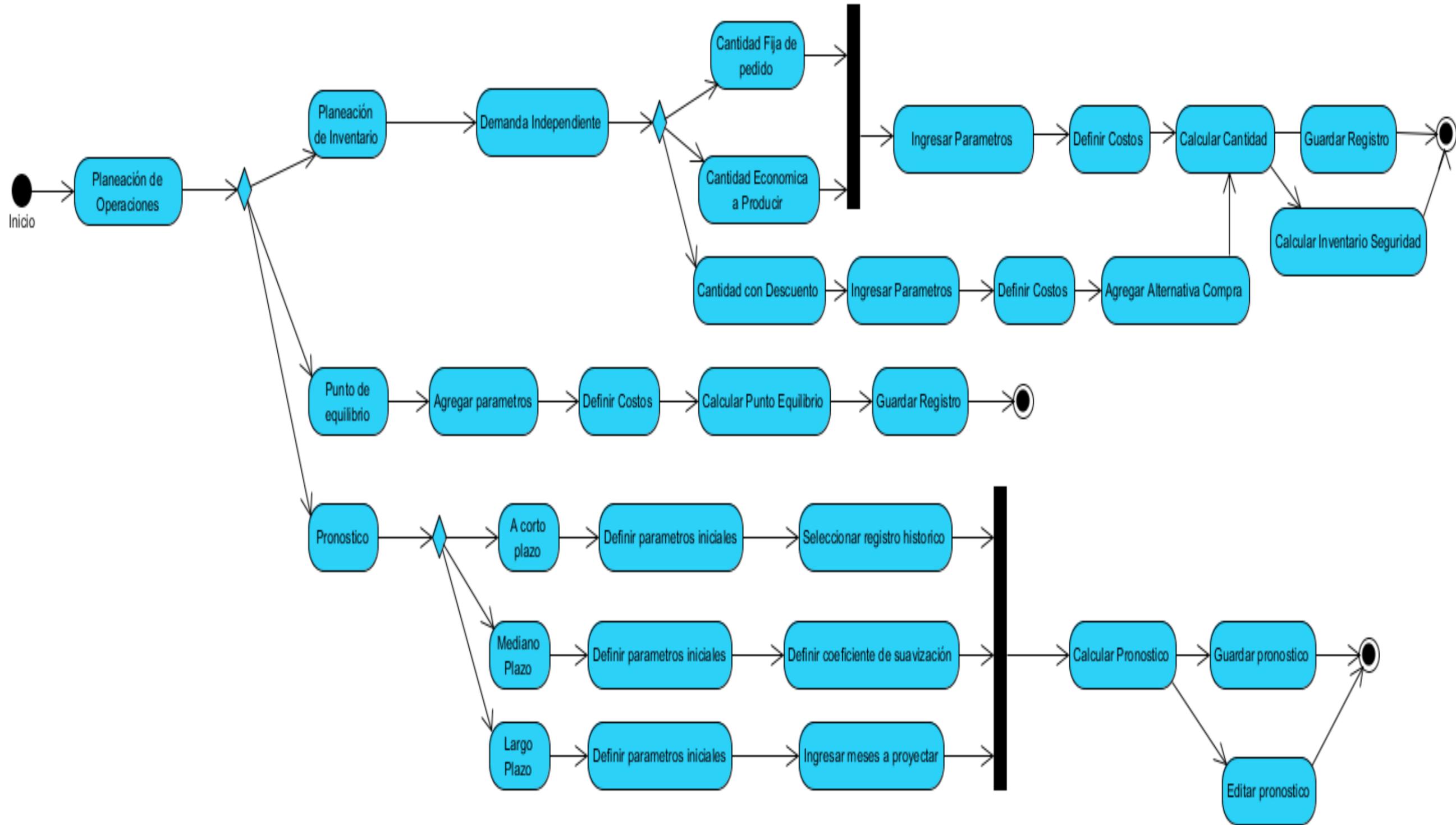


Ilustración 38: Diagrama de actividad, Planeación operacional

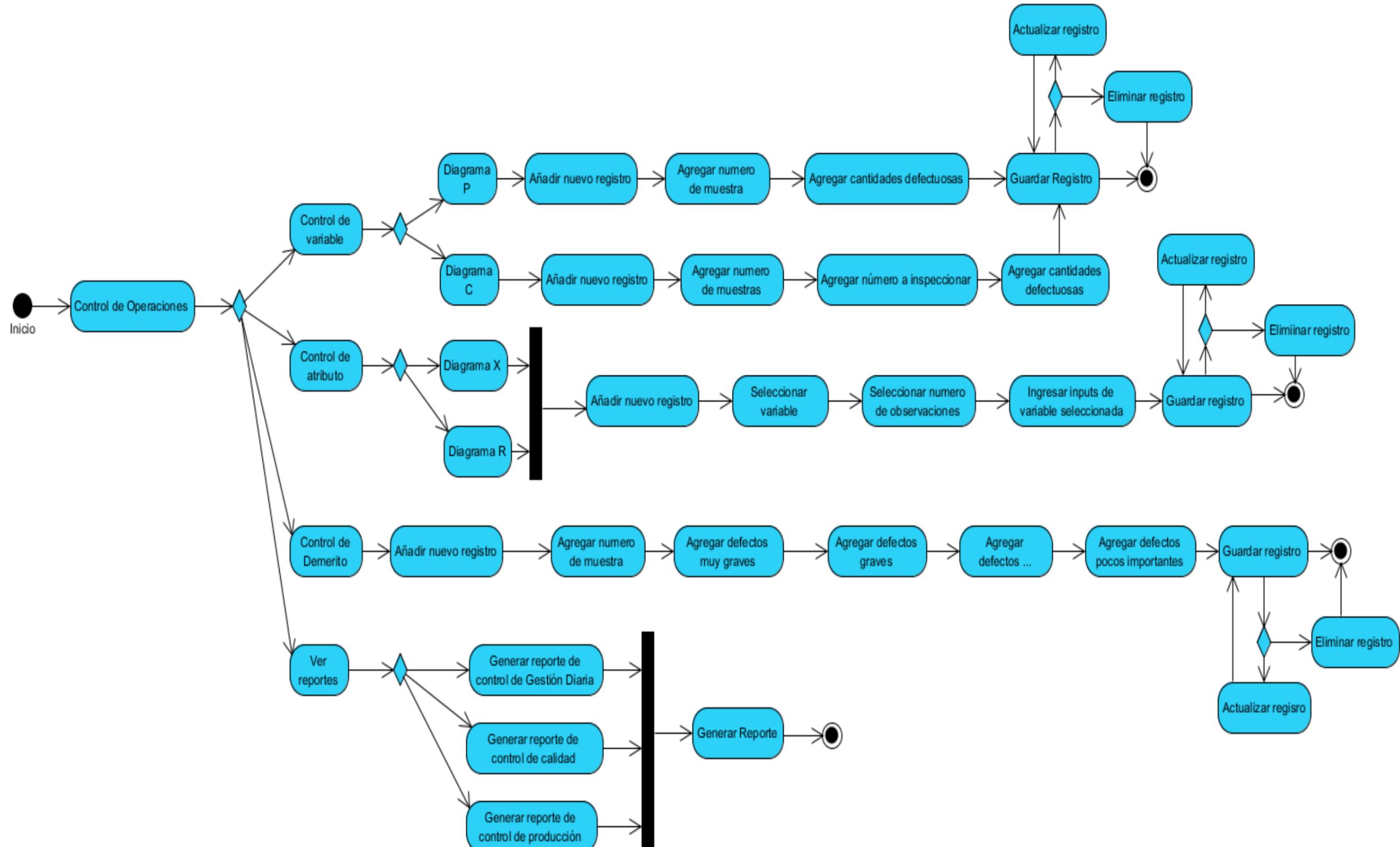


Ilustración 39: Diagrama de actividad, Control operacional

Anexo VII: Diagrama de secuencia

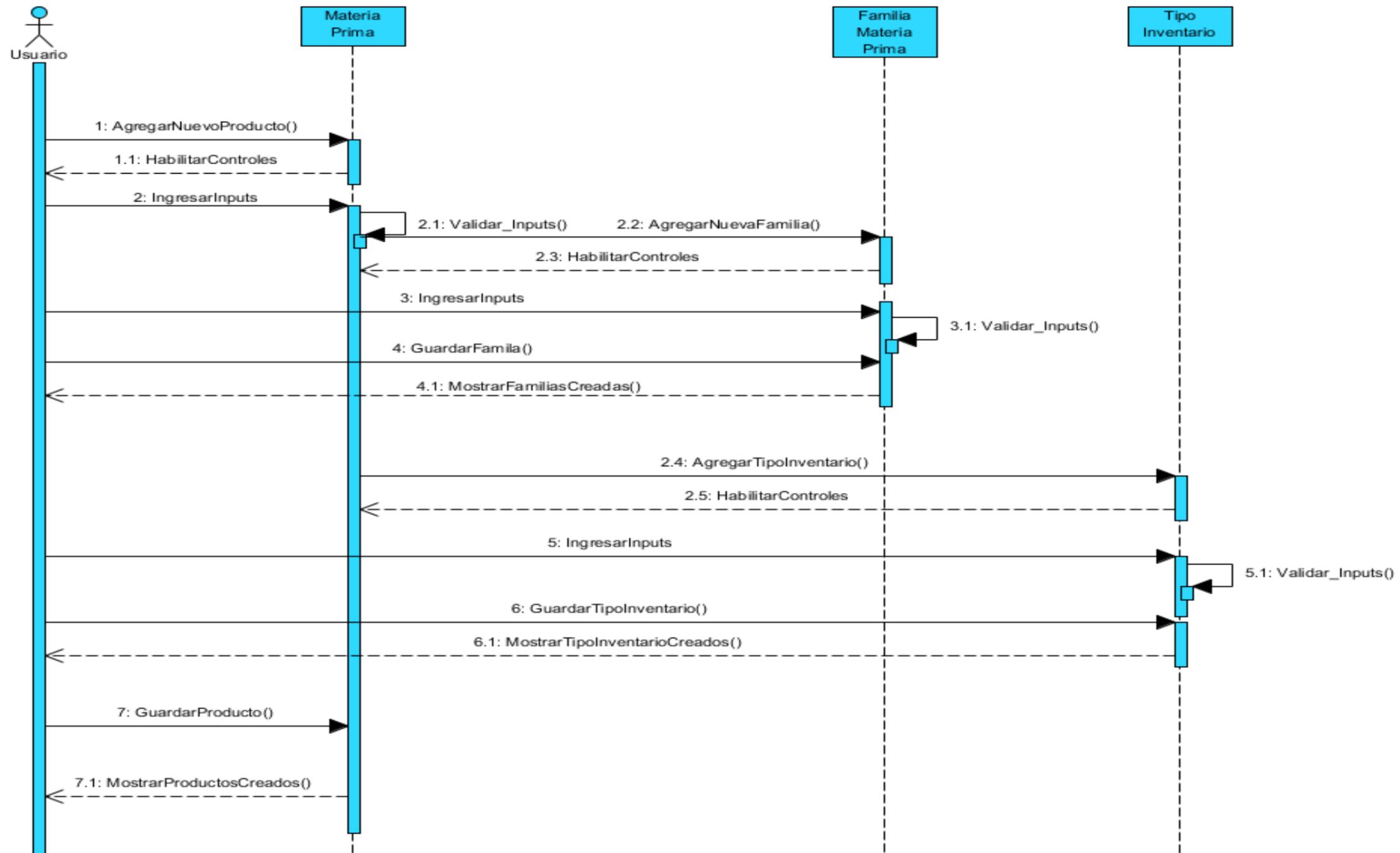


Ilustración 40: Diagrama de secuencia, creación de productos de materia prima

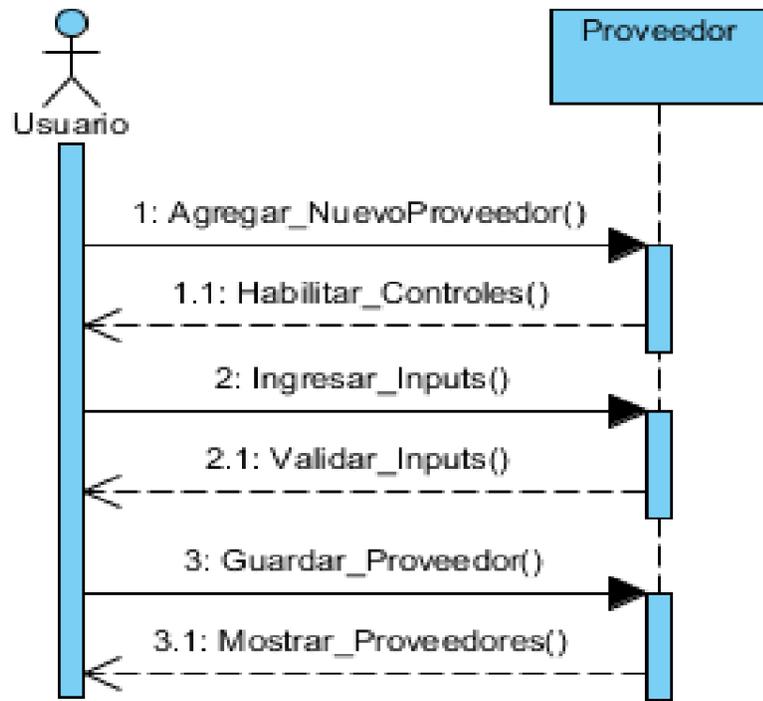


Ilustración 41: Diagrama de secuencia, creación de proveedores

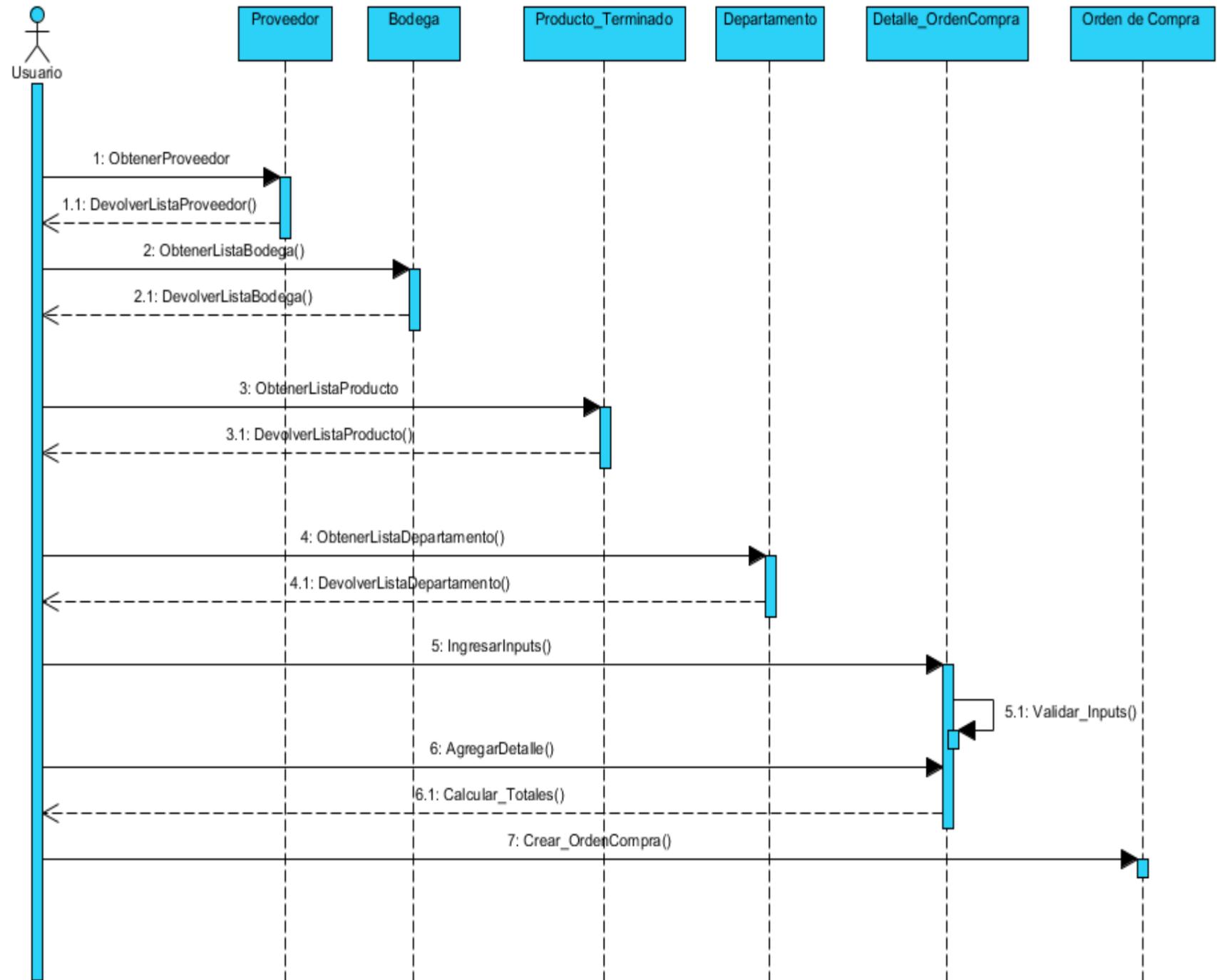


Ilustración 42: Diagrama de secuencia, creación de órdenes de compras

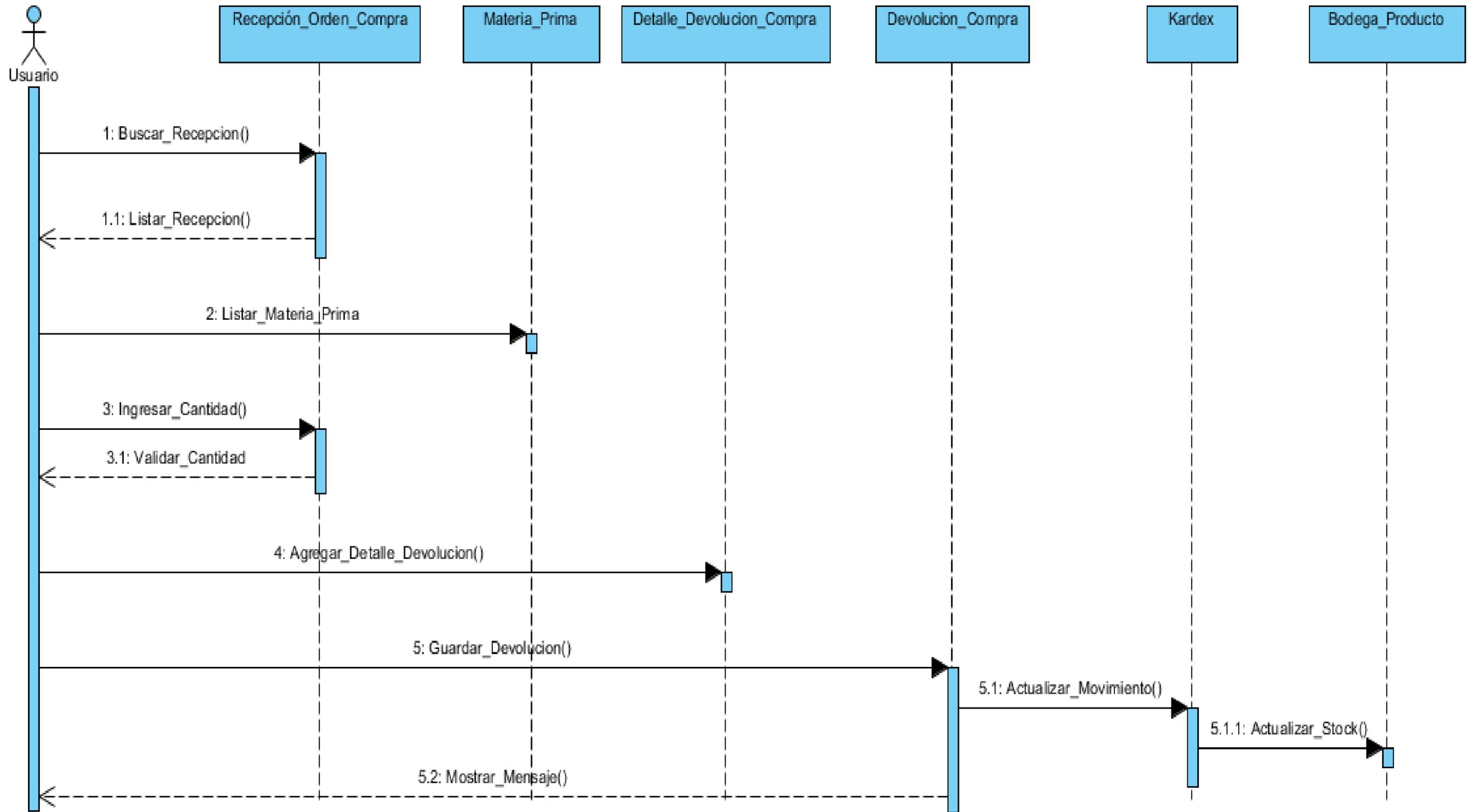


Ilustración 43: Diagrama de secuencia, devolución de productos

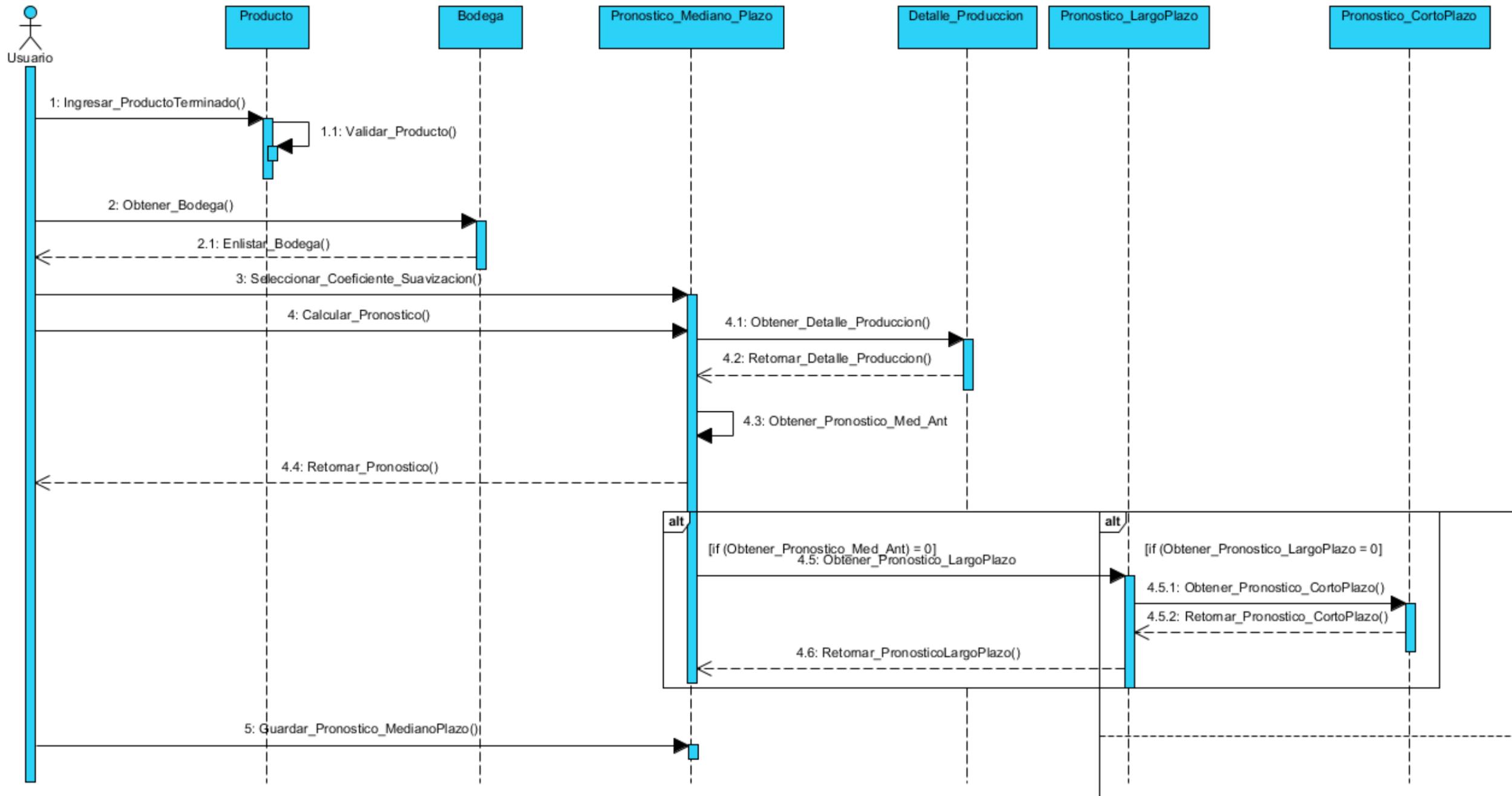


Ilustración 44: Diagrama de secuencia, pronóstico a mediano plazo

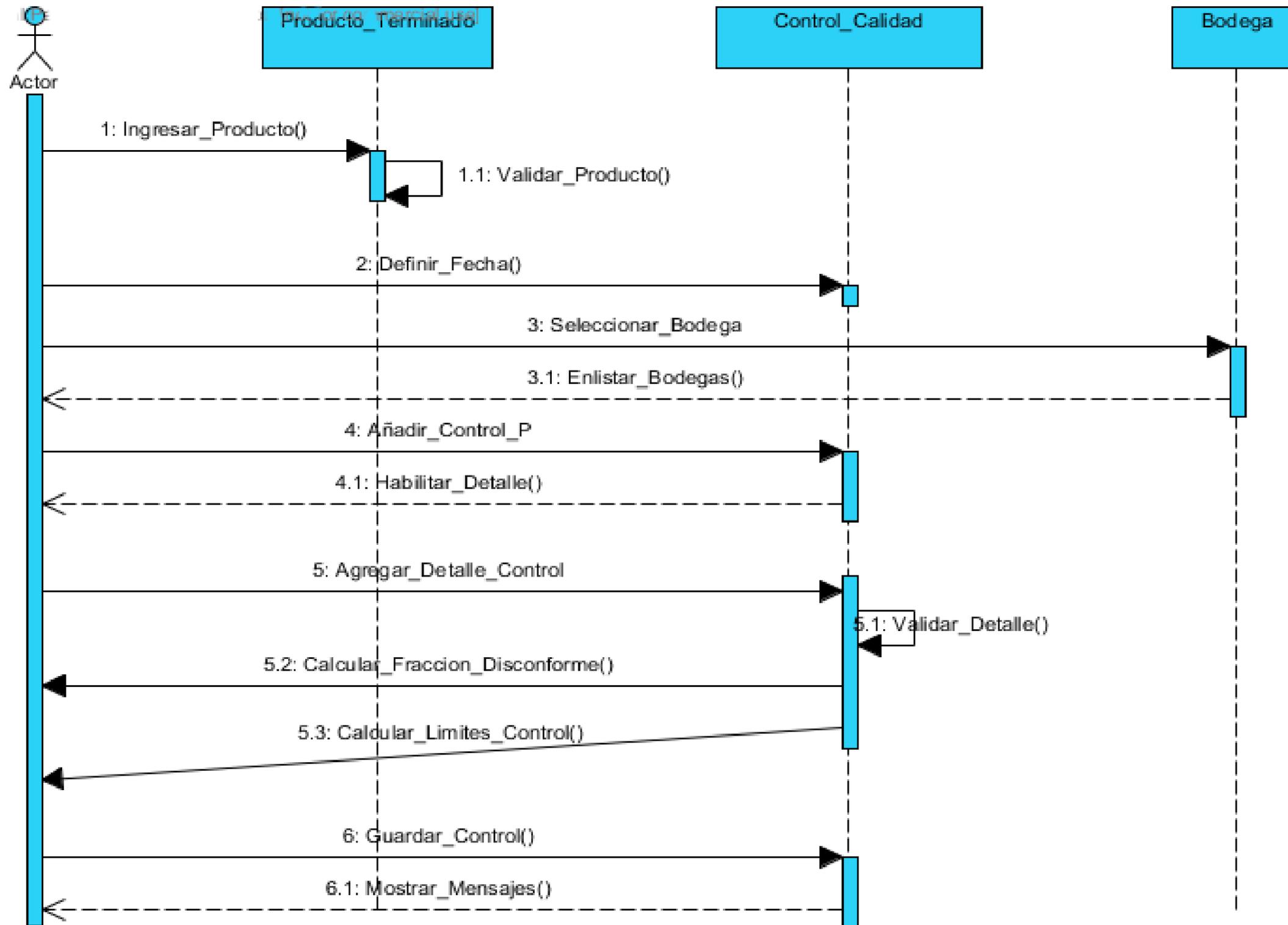


Ilustración 45: Diagrama de secuencia, control de calidad con el método P

Anexo VIII: Formato propuesto para el registro de la producción

Registro de producción		Tiempo de tarea		MINUTES	Turno					
		Línea	Línea principal	Fecha producción						26/6/2018
PRODUCT	Ataúdes de perfil medio				Ciclo	0.40				
PROCESS WORKING	COMMENTS				Logística	Electrónica	Calibración	Change Over		
	SAFETY									
STATION	Num. Tarea	Descripción			Tiempo no productivo					
OP 810	1	Sin eventos								0
OP 810	2	Sin eventos								0
OP 810	3	Fallo eléctrico en la zona			30					30
OP 810	4	Sin eventos								0
OP 810	5	Sin eventos								0
OP 810	6	Sin eventos								0
OP 810	7	Almuerzo					60			60
OP 810	8	Sin eventos								0
OP 810	9	Sin eventos								0

Anexo IX: Cálculo de indicadores operacionales en el taller María Victoria

En este presente acápite, se muestra algunos de los cálculos de indicadores operacionales que el sistema brinda, se recalca nuevamente que todos estos cálculos se realizaron para el producto de mayor demanda, que es el ataúd de perfil medio.

Rendimiento: El rendimiento calculado es de 92.3%, se ha producido la cantidad de 76 ataúdes, y un 46% ha quedado en WIP (Work in process). El ciclo de producción es de 120 minutos por unidad.

El costo de mano de obra en el período evaluado es de C\$ 28,672, mientras que los costos variables para la fabricación ascienden en C\$ 311,725.

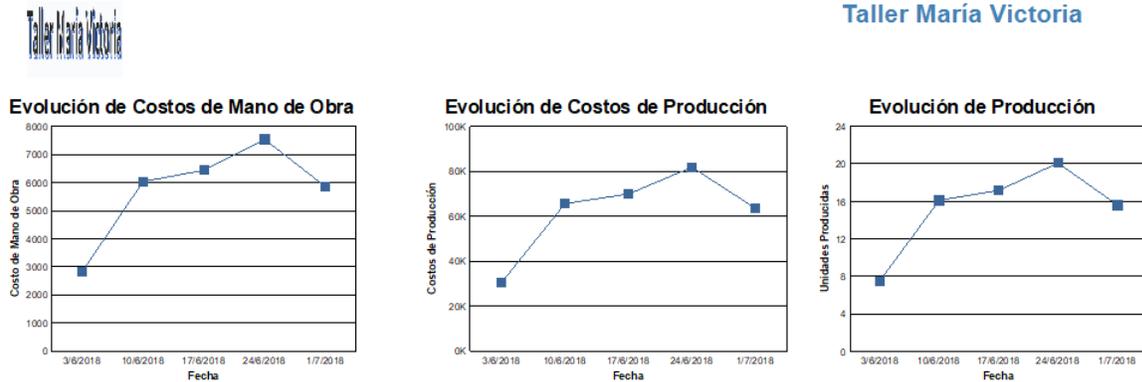


Ilustración 46: Evolución de costo de MO, costos de producción y rendimiento

	Hora Inicio	Eficiencia	Ciclo (min/und)	Unidades Producida
Total general:		90.19%	120.00	76.46

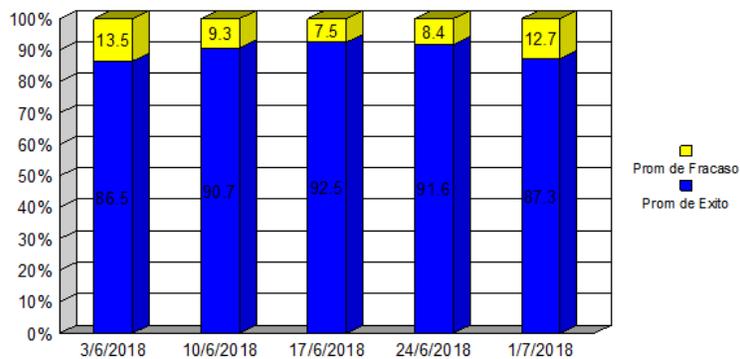


Ilustración 47: Rendimiento e improductividad

Disponibilidad: La disponibilidad es de 88.6%, el tiempo no productivo originado por fallas operativas es de 1,526 minutos, dentro de las principales categorías de fallas que más genera tiempo paro están: Fallo de logística y Fallo eléctrico. Los fallos de logísticas incluyen paro por no tener materia prima, por incidencias en el país que imposibilitan la operatividad diaria, etc. Los fallos eléctricos, se dan principalmente por bajas de tensión en la zona donde está ubicada la empresa.

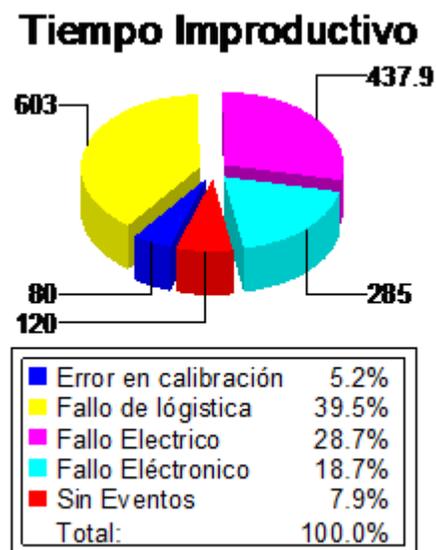


Ilustración 48: Fallas operacionales identificadas en el Taller

Eficiencia: Una vez calculado el rendimiento y la disponibilidad, el sistema calcula la eficiencia general, el cual es de 90.2%

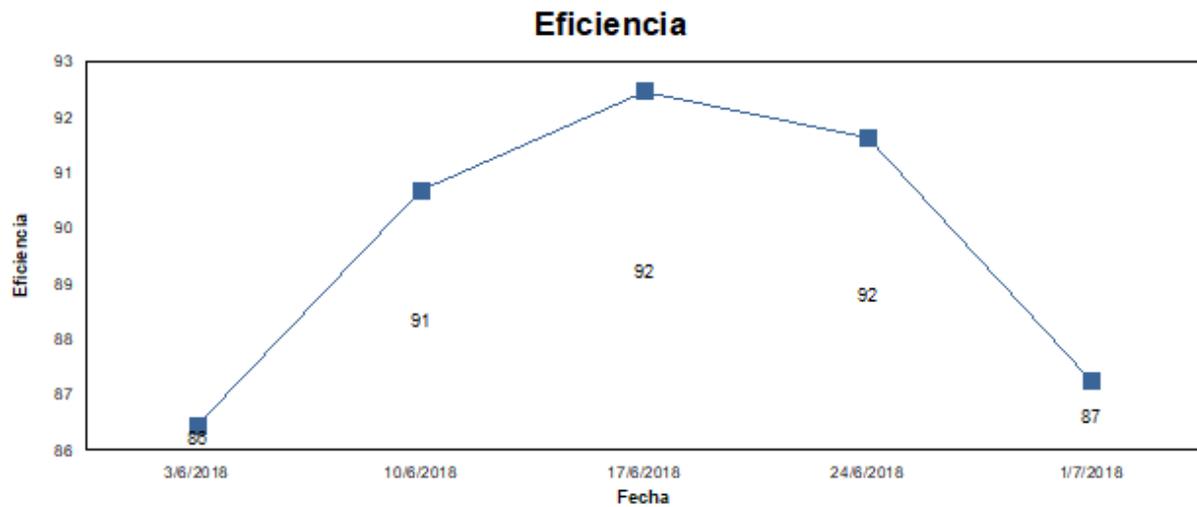


Ilustración 49: Evolución de la eficiencia general

Control de calidad: El método de control de calidad a utilizar es el Demerito, principalmente por el ciclo de tiempo tan largo, se puede observar que durante el transcurso de prueba del sistema el proceso se encuentra bajo control estadístico de calidad. El sistema permite calcular el valor estándar de Demerito, el cual es 8.25, con límite inferior de 3.32 y superior de 13.18.

A continuación, se presenta el gráfico de control, y los registros que se imputaron de control

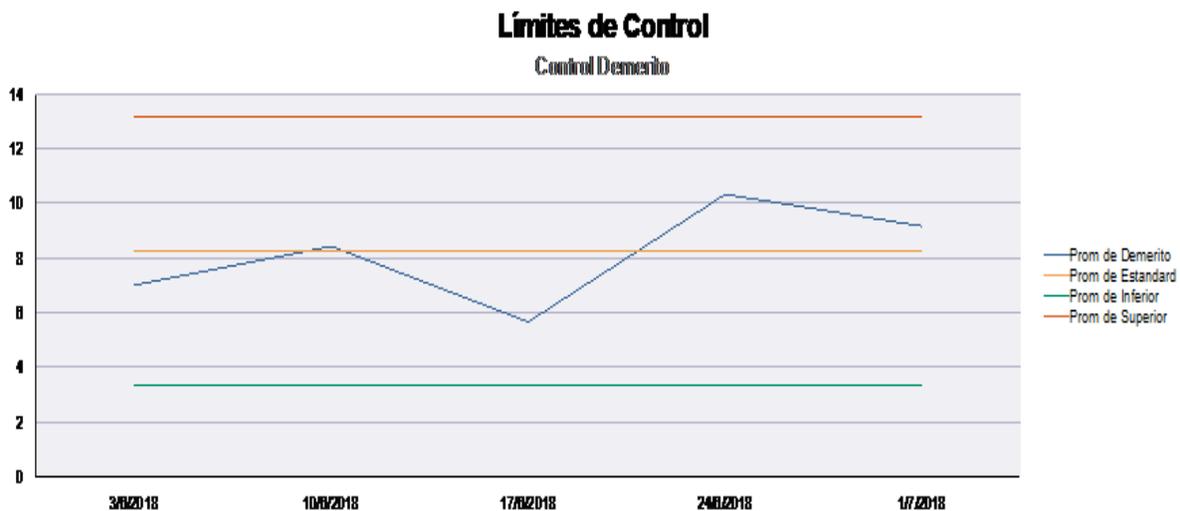
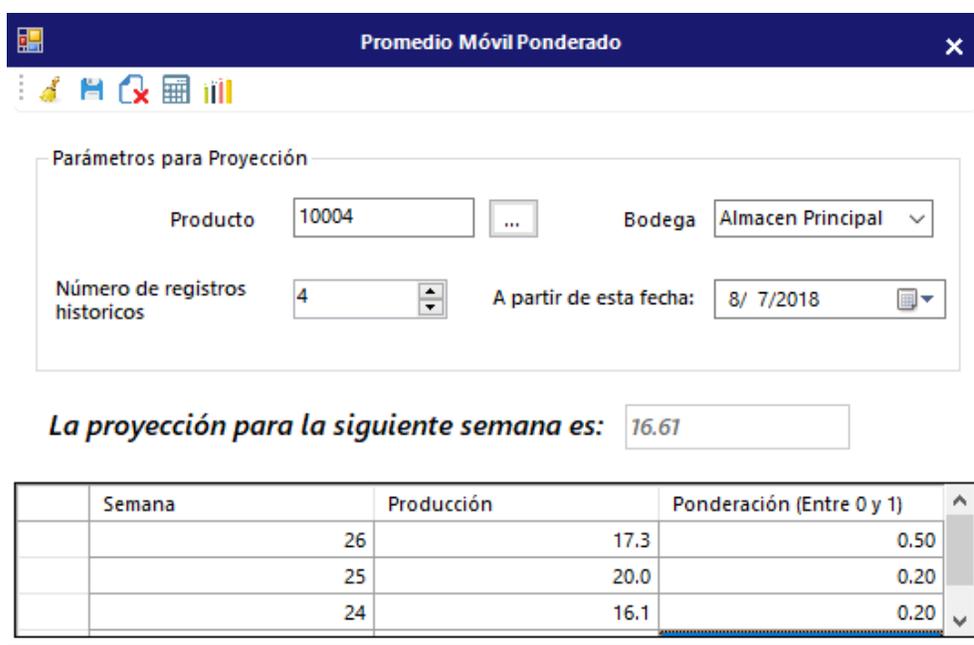


Ilustración 50: Diagrama de control de Demerito

Pronósticos a corto plazo: El pronóstico a corto plazo proyecta por semanas, una vez registrado los datos de producción, basta con definir la cantidad de semanas históricas de producción. Adicional al cálculo del pronóstico, el sistema realiza cálculo de error para el seguimiento diario. El pronóstico para la semana 26 del año es de 16.61 unidades.

Pronostico a mediano plazo: El pronóstico a mediano plazo se proyecta por mes, al ser la primera proyección a mediano plazo, el sistema tiene que tomar los pronostico a corto plazo, además, no se contó con el registro de producción de la primera semana de junio, por lo cual el pronóstico va sesgado con una semana menos. El pronóstico proyectado para el mes de julio es de 32.4 unidades.



Parámetros para Proyección

Producto: 10004 Bodega: Almacen Principal

Número de registros historicos: 4 A partir de esta fecha: 8/ 7/2018

La proyección para la siguiente semana es: 16.61

Semana	Producción	Ponderación (Entre 0 y 1)
26	17.3	0.50
25	20.0	0.20
24	16.1	0.20

Ilustración 51: Pronóstico a corto plazo

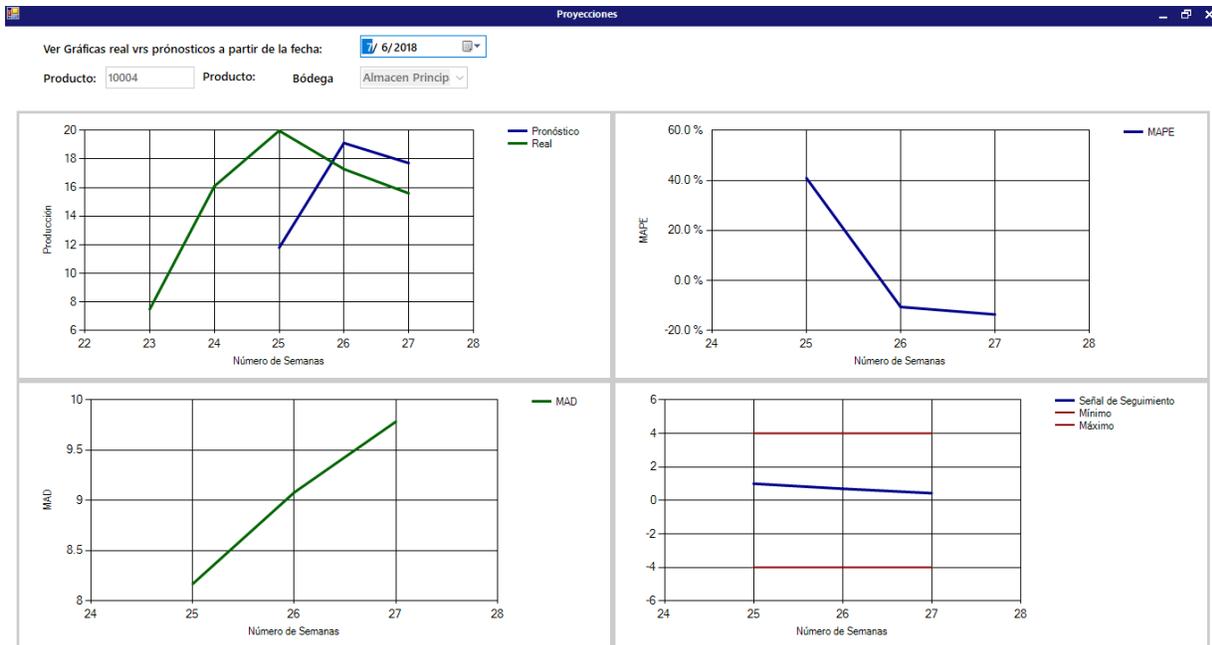


Ilustración 52: Indicadores de pronóstico a corto plazo

Pronóstico a mediano plazo

Proyección a Medio Plazo

Parámetros para Proyección

Producto	10004	Bodega	Almacen Principal
Coefficiente de suavización	0.05	Fecha	julio
Pronóstico Anterior	30.9	Producción Anterior	60.9
Incluye Tendencia	NO	Coefficiente de suavización de Tendencia	

La proyección para este periodo es: 32.41

Ilustración 53: Pronóstico a mediano plazo

Control de Demerito, Registro de control de calidad

Tabla 44: Registro de control de calidad

Producto	Bodega	Fecha	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Muestra	Demerito	Estándar	Inferior	Superior
Ataúdes de cedro	Almacén Principal	7/6/2018	0	0	0	1	1	1	8.25	3.32	13.18
Ataúdes de cedro	Almacén Principal	8/6/2018	0	0	1	0	1	10	8.25	3.32	13.18
Ataúdes de cedro	Almacén Principal	9/6/2018	0	0	1	0	1	10	8.25	3.32	13.18
Ataúdes de cedro	Almacén Principal	10/6/2018	0	0	1	0	1	10	8.25	3.32	13.18
Ataúdes de cedro	Almacén Principal	11/6/2018	0	0	1	1	1	11	8.25	3.32	13.18
Ataúdes de cedro	Almacén Principal	12/6/2018	0	0	0	1	1	1	8.25	3.32	13.18
Ataúdes de cedro	Almacén Principal	13/6/2018	0	0	0	1	1	1	8.25	3.32	13.18
Ataúdes de cedro	Almacén Principal	14/6/2018	0	0	1	3	1	13	8.25	3.32	13.18
Ataúdes de cedro	Almacén Principal	15/6/2018	0	0	1	2	1	12	8.25	3.32	13.18
Ataúdes de cedro	Almacén Principal	16/6/2018	0	0	1	1	1	11	8.25	3.32	13.18
Ataúdes de cedro	Almacén Principal	18/6/2018	0	0	0	2	1	2	8.25	3.32	13.18
Ataúdes de cedro	Almacén Principal	19/6/2018	0	0	1	0	1	10	8.25	3.32	13.18
Ataúdes de cedro	Almacén Principal	20/6/2018	0	0	0	1	1	1	8.25	3.32	13.18
Ataúdes de cedro	Almacén Principal	21/6/2018	0	0	1	0	1	10	8.25	3.32	13.18
Ataúdes de cedro	Almacén Principal	22/6/2018	0	0	0	1	1	1	8.25	3.32	13.18
Ataúdes de cedro	Almacén Principal	23/6/2018	0	0	1	0	1	10	8.25	3.32	13.18
Ataúdes de cedro	Almacén Principal	25/6/2018	0	0	0	1	1	1	8.25	3.32	13.18
Ataúdes de cedro	Almacén Principal	26/6/2018	0	0	1	0	1	10	8.25	3.32	13.18
Ataúdes de cedro	Almacén Principal	27/6/2018	0	0	2	1	1	21	8.25	3.32	13.18
Ataúdes de cedro	Almacén Principal	28/6/2018	0	0	1	0	1	10	8.25	3.32	13.18
Ataúdes de cedro	Almacén Principal	29/6/2018	0	0	1	0	1	10	8.25	3.32	13.18
Ataúdes de cedro	Almacén Principal	30/6/2018	0	0	1	0	1	10	8.25	3.32	13.18
Ataúdes de cedro	Almacén Principal	2/7/2018	0	0	0	1	1	1	8.25	3.32	13.18
Ataúdes de cedro	Almacén Principal	3/7/2018	0	0	1	0	1	10	8.25	3.32	13.18

Ataúdes de cedro	Almacén Principal	4/7/2018	0	0	1	0	1	10	8.25	3.32	13.18
Ataúdes de cedro	Almacén Principal	5/7/2018	0	0	1	2	1	12	8.25	3.32	13.18
Ataúdes de cedro	Almacén Principal	6/7/2018	0	0	1	2	1	12	8.25	3.32	13.18
Ataúdes de cedro	Almacén Principal	7/7/2018	0	0	1	0	1	10	8.25	3.32	13.18

Anexo X: Manual de usuario

Inicio de sesión

La pantalla de inicio al sistema, es de un diseño estándar, se ingresa el usuario y contraseña como parámetros de entrada. En caso de no coincidir tanto usuario como contraseña se mostrará un error

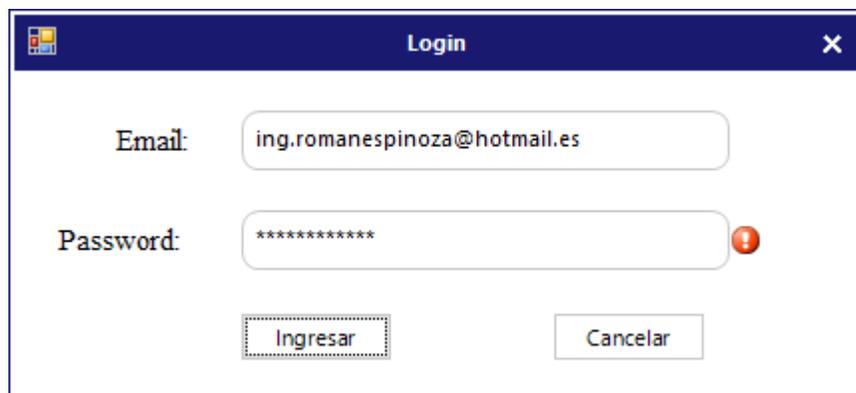


Ilustración 54: Inicio de sesión

En caso de olvidar la contraseña, en la sección de administración del aplicativo web, se podrá recuperar

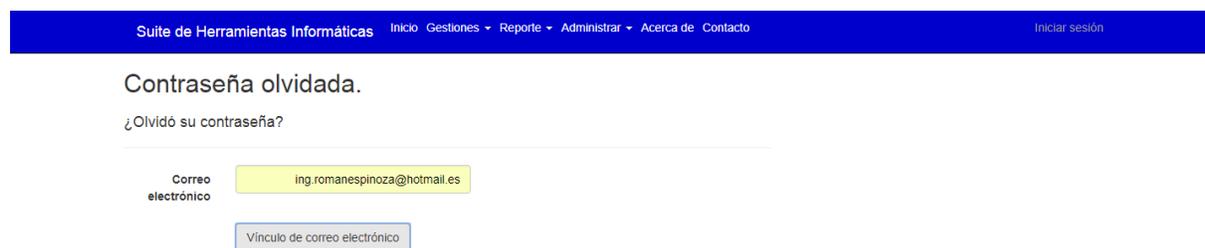


Ilustración 55: Restablecer contraseña

Pantalla principal

Al ingresar, se mostrará dos opciones, gestión de operaciones y planeación y control de operaciones.



Ilustración 56: Pantalla principal

Gestión operacional

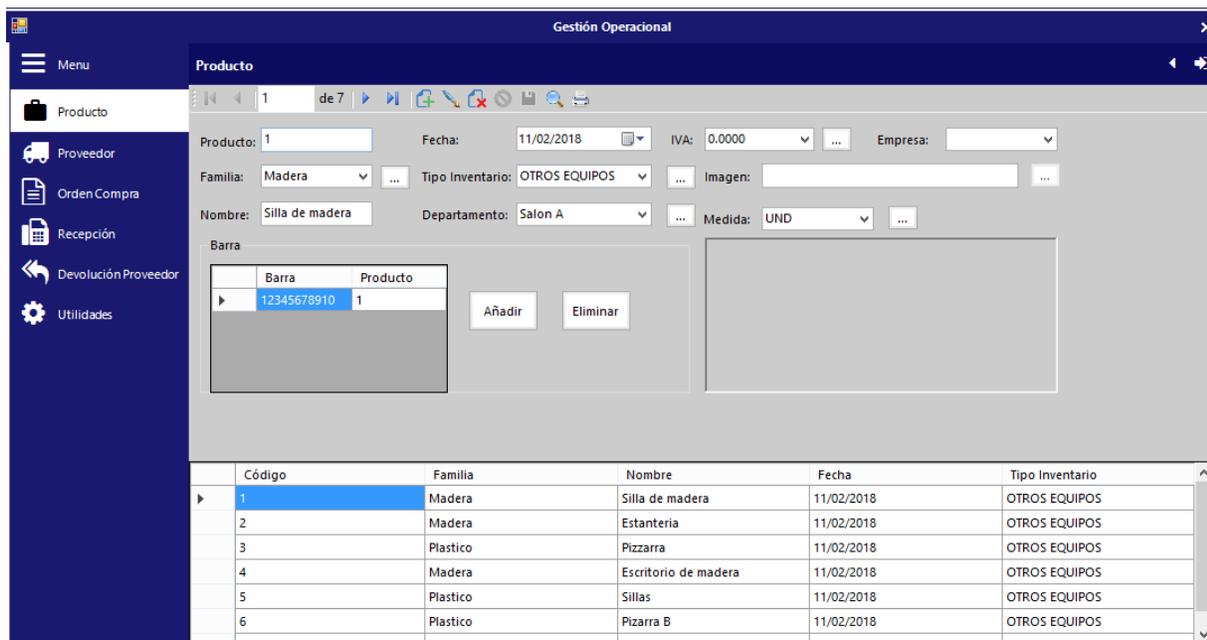


Ilustración 57: Gestión operacional

Las opciones del menú disponible son: Producto, proveedores, orden de compra, recepción, devolución a proveedores, y utilidades.

Producto

Al presionar el botón añadir, se habilitarán los inputs requeridos, en caso de agregar, editar o eliminar alguna característica del producto, el usuario deberá de presionar los botones a la par de cada atributo

Ilustración 58: Creación de producto

Una vez ingresados los inputs, se debe de presionar el botón guardar, en caso de haberse guardado de forma correcta, se mostrará el producto en la tabla de productos creados

Código	Familia	Nombre	Fecha	Tipo Inventario
4	Madera	Escritorio de madera	11/02/2018	OTROS EQUIPOS
5	Plastico	Sillas	11/02/2018	OTROS EQUIPOS
6	Plastico	Pizarra B	11/02/2018	OTROS EQUIPOS
7	Madera	Perchero	13/02/2018	OTROS EQUIPOS
8	Madera	Clavos de 1/4	04/05/2018	MATERIA PRIMA
9	Hierro	Tornillos	05/05/2018	MATERIA PRIMA

Ilustración 59: Productos creados

Si se requiere editar alguna propiedad del producto creado, se deberá de presionar el botón de editar, en el cual se habilitarán los campos requeridos. Una vez terminada la edición el usuario debe de presionar el botón de guardar

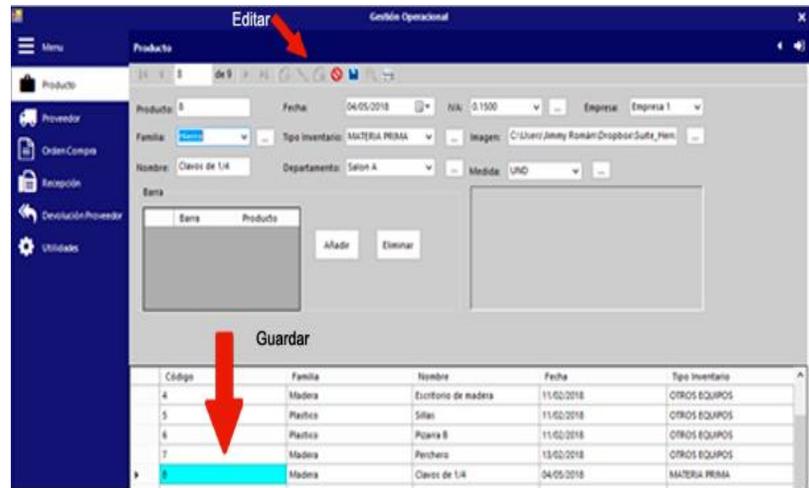


Ilustración 60: Editar productos

Proveedores

Para añadir, editar o eliminar proveedores, el usuario deberá de seleccionar el menú de proveedores, y seleccionar la acción a realizar, una vez introducido los datos deberá de guardar el registro

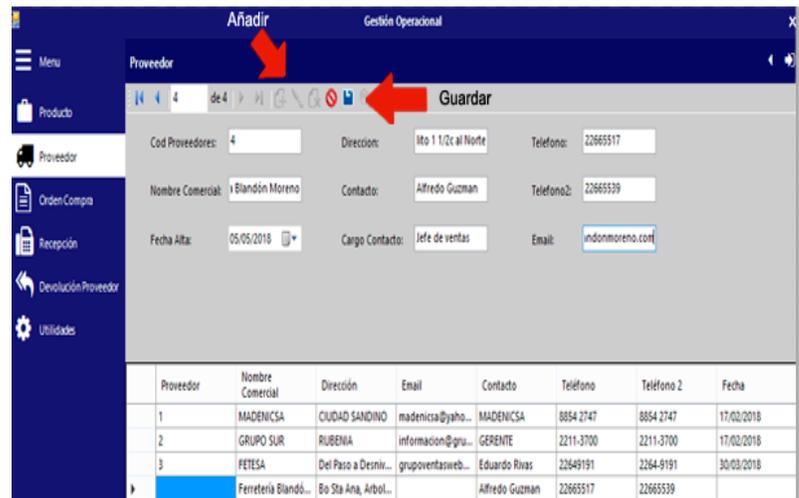


Ilustración 61: Creación de proveedores

Orden de compra

Para la creación de órdenes de compras, se deberá de posicionar en la opción de orden de compra. Posterior, lo primero a definir es el proveedor, la bodega en donde se almacenará el o los productos,



Ilustración 62: Creación de orden de compra

- 1: Producto de tipo materia prima a pedir
- 2: Cantidad del producto seleccionado a pedir
- 3: Descuento del proveedor en el costo del producto por compra
- 4: Otros impuestos o gastos asociados
- 5: Corresponde al departamento solicitante
- 6: Costo unitario por producto
- 7: Impuesto sobre la venta

Una vez ingresado los inputs, se presiona el botón agregar, si no ha habido ningún error, se mostrará el detalle del pedido en los campos de importes totales, así como en la tabla de detalle de pedido

Creación de Orden de Compra

Proveedor: Bodega: Fecha:

Producto: Departamento:

Cantidad: Costo:

Descuento: IVA:

Otros Impuestos:

	Importe Bruto	Importe IVA	Descuento	Otros Impuestos	Importe Neto
Totales:	C\$1,000.00	C\$150.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$1,150.00

	Producto	Descripción	Costo	Cantidad	Porcentaje IVA	Descuento	Otros Impuestos	Valor Bruto	Monto Iva	Monto Descuento	Otros Impuestos	Valor Neto
▶	8	Clavos de ...	C\$1.00	1,000.00	15.00%	0.00%	0.00%	C\$1,000.00	C\$150.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$1,150.00

Ilustración 63: Cálculo de orden de compra

Por último, se debe de guardar el pedido

Recepción de orden de compra

Para registrar la recepción de pedido, primeramente, se debe de ingresar el número de orden a recibir, en caso de no recordar el número de orden, el usuario puede presionar el botón de búsqueda de orden de compra, el cual permitirá visualizar todas las órdenes pendientes a recepcionar.

Buscar Orden de Compra

Orden Compra: Proveedor: Departamento:

Parámetros

Contenga... Inicia... Finaliza...

	Id Compra	Proveedor	Fecha	Producto	Cantidad	CU	IVA	O. Imp.	Depto	Bodega
▶	2029	Ferretería...	05/05/2018	Clavos de...	1000	1,0000	0.15	0	Administr...	Almacen ...

Ilustración 64: Recepción de orden de compra

Al ingresar el código de orden correcto, se visualizará el detalle de dicha orden, el cual el usuario podrá modificar la cantidad recibida



Ilustración 65: Recepción de orden de compra

- 1: Ingresar factura del pedido recibido
- 2: Cantidad real recibida
- 3: Registra la recepción del pedido
- 4: Elimina la recepción del pedido

Devolución a proveedores

En caso de identificar algún producto no conforme con lo requerido, el sistema permitirá registrar la devolución de dicho producto, para esto el usuario debe de situarse en la opción devolución proveedor

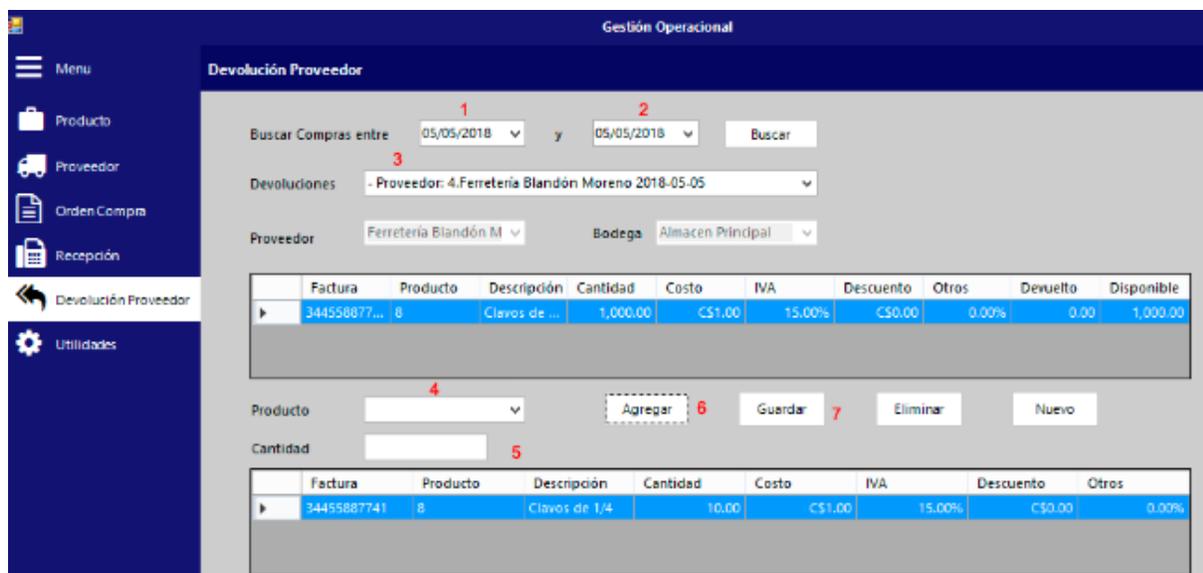


Ilustración 66: Devolución de compra

- 1: Fecha de inicio para la búsqueda de la recepción del pedido
- 2; Fecha fin para la búsqueda de la recepción del pedido
- 3: Seleccionar pedido recibido
- 4: Seleccionar el o los productos a devolver
- 5: Ingresar la cantidad a devolver
- 6: Agregar la devolución
- 7: Guarda el movimiento de devolución de producto, actualizando inventario y registro de kardex

Utilidades

Las utilidades de las herramientas las conforma la creación de bodegas, la visualización de kardex, y ejecución de rekardex, las salidas de inventario y se incorpora la presente guía de usuario.

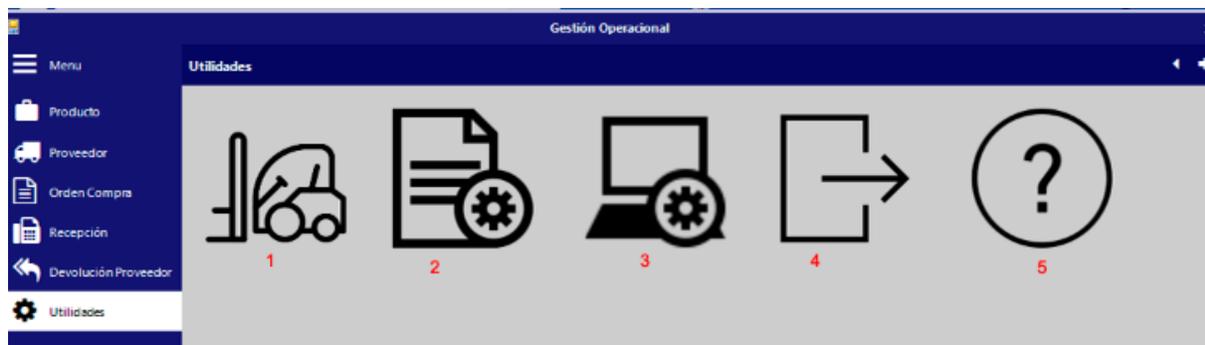


Ilustración 67: Lista de utilidades

- 1: Creación, edición y eliminación de bodegas
- 2: Rekardex
- 3: Visualización de registros de kardex
- 4: Salidas de inventario
- 5: Manual de usuario

Creación, edición y eliminación de bodegas

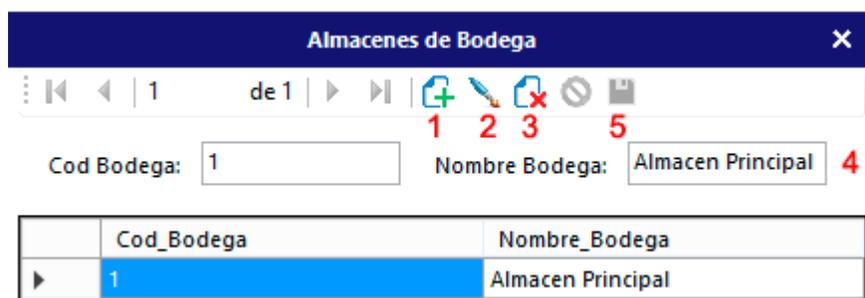


Ilustración 68: Creación de bodega

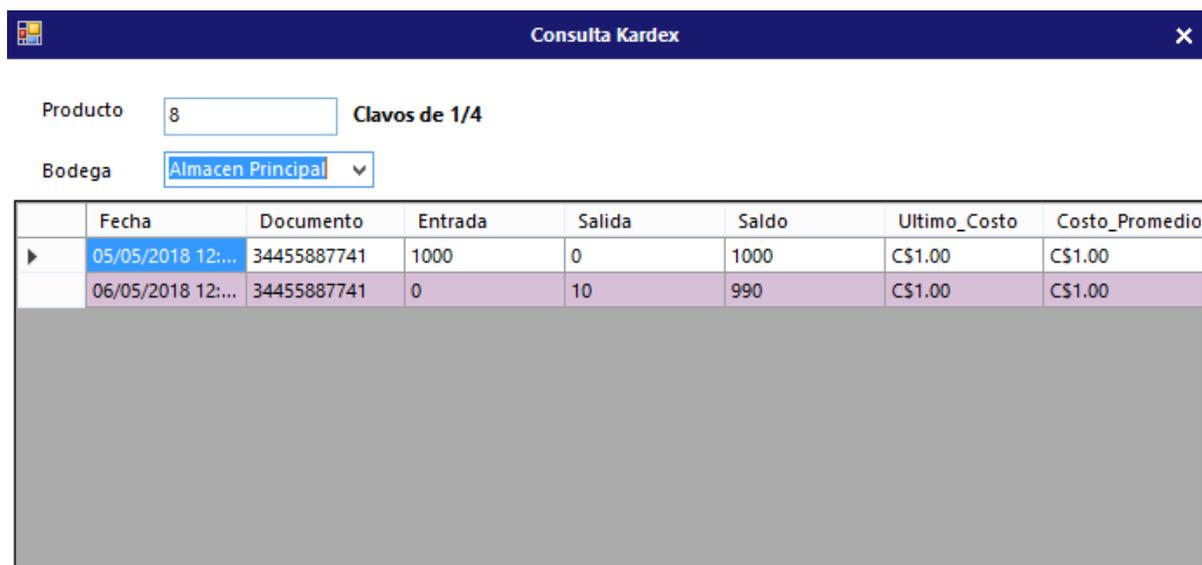
- 1: Añade nueva bodega
- 2: Edición de bodega creada
- 3: Elimina la bodega creada
- 4: Nombre de la bodega a crear o editar
- 5: Guarda el registro nuevo o actualiza la bodega.

Rekardex

Esta funcionalidad consta de reprocesar facturas pendientes que no fueron registradas en el intervalo de tiempo correspondiente

Consulta de Kardex

Permite visualizar todos los movimientos de entrada y salida, de un producto en un almacén específico



	Fecha	Documento	Entrada	Salida	Saldo	Ultimo_Costo	Costo_Promedio
▶	05/05/2018 12:...	34455887741	1000	0	1000	C\$1.00	C\$1.00
	06/05/2018 12:...	34455887741	0	10	990	C\$1.00	C\$1.00

Ilustración 69: Consulta de kardex

Salida de inventario

La sección de utilidades, también consta de la posibilidad de trasladar materia prima hacia otra bodega. El traslado de bodega se realiza de la siguiente manera

- 1: Muestra las unidades en stock del producto seleccionado
- 2: Selecciona el producto a trasladar
- 3: Define el concepto del traslado
- 4: Selección de la bodega origen
- 5: Se ingresa la cantidad a devolver

Salida de Inventario X

En Stock: 1

Producto: 2 Descripción: Concepto: 3

Fecha Salida: Bodega: 4 Cantidad: 5

Fecha de Salida	Concepto	Bóveda	Producto	Cantidad	Descripción
06/05/2018	Traslado GEN	Almacen Princ...	Clavos de 1/4	10	Clavos de 1/4
06/05/2018	Traslado GEN	Almacen Princ...	Clavos de 1/4	10	Clavos de 1/4

Ilustración 70: Salida de inventario

Planeación y control operacional

Gestión diaria

La gestión diaria permite registrar la producción diaria de la pyme, el cual permitirá monitorear la eficiencia, el tiempo planificado y el tiempo improductivo de la estación de trabajo, a continuación, en la ilustración 71 se muestra un ejemplo de registros para la gestión diaria.



Ilustración 71: Gestión diaria

Registro de producción

Lo primero que se requiere para el registro de la producción son los parámetros de cálculo

- 1: Producto a registrar producción
- 2: Bodega en donde se producirá o almacenará el producto terminado
- 3: Fecha de registro de la producción
- 4: Hora de inicio de la producción
- 5: Ciclo de la producción determinado
- 6: Eficiencia teórica esperada
- 7: Tiempo productivo esperado
- 8: Producción esperada

Parámetros de Cálculo

Producto	10001	Mesa para	1	...
Bodega	Almacen Principal		2	
Fecha	06/05/2018		3	
Hora Inicio	06:00:00 a.m.		4	
Ciclo (Min/Unid)	54		5	
Eficiencia Teórica	90	%	6	
Tiempo Meta	54		7	
Producción Meta	1		8	
Estación de Trabajo	Estación de Pintura		9	...

Ilustración 72: Parámetros de cálculo para el registro de producción

9: Estación de trabajo

Una vez ingresado los parámetros de cálculo, ubicarse en el menú y seleccionar la opción de registro.

Una vez ingresado en la opción de registro, se mostrará la imagen siguiente y se deberá de ingresar los datos de la pestaña producción:

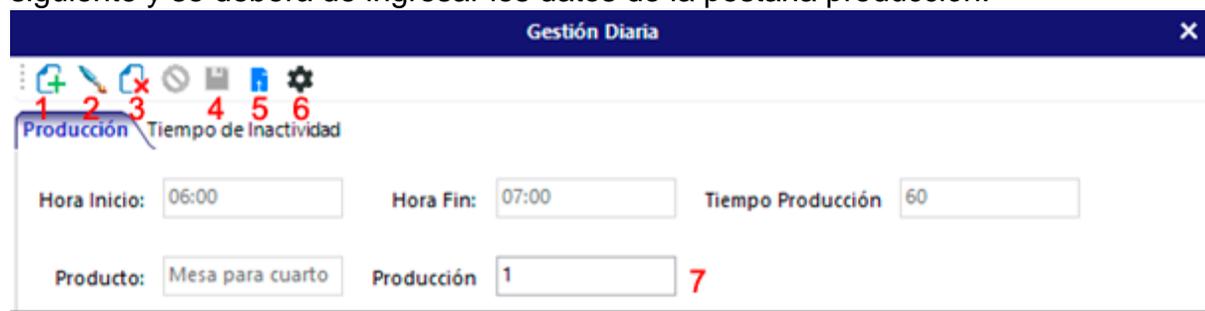


Ilustración 73: Gestión diaria, registro de producción

- 1: Añadir un nuevo registro de producción
- 2: Editar un registro de producción
- 3: Eliminar un registro de producción
- 4: Guardar registro de producción
- 5: Cargar la producción acumulada del día
- 6: Ajuste de la línea de producción (costo de mano de obra, costo unitario variable)
- 7: Producción en el intervalo de tiempo mostrado

Posterior, se deberá de ingresar los datos de la pestaña tiempo de inactividad, que registra el tiempo improductivo por intervalo de hora

Gestión Diaria ×

Producción
Tiempo de Inactividad

Hora Inicio:

Hora Fin:

Categoria:

2

Producto:

Tiempo Inactivo:

Descripción:

3

+ Añadir Falla
4

	Start Time	Down Time	Description	Category
▶	06:00	0	Sin eventos	Nothing
	07:00	0	Sin eventos	Nothing
	08:00	0	Sin eventos	Nothing

Ilustración 74: Registro de producción, detalle de tiempo no productivo y fallas

- 1: Tiempo inactivo (en minutos) en el intervalo de tiempo
- 2: Categoría de falla
- 3: Descripción de la falla
- 4: Añade la falla al registro

Una vez ingresado los registros, en la opción de indicadores del menú principal se podrá observar los KPI de la línea de trabajo. Entre los más importantes están la disponibilidad del trabajo, el tiempo productivo y no productivo, rendimiento y la eficiencia general

Indicadores de Proceso ×

Disponibilidad
Rendimiento

Tiempo de Producción:

Tiempo Improductivo:

Tiempo No Productivo Planificado:

Producción Meta:

Tiempo Operativo:

Disponibilidad (%):

Ilustración 75: Indicadores de proceso, disponibilidad

Indicadores de Proceso			
Disponibilidad	Rendimiento		
Rendimiento:	90.00%	Meta Teórica:	1
Unidades Producidas:	7.66	Eficiencia General:	87.00%

Ilustración 76: Indicadores de proceso, rendimiento

Planeación de operaciones

En el menú principal, selecciona la opción planeación, en él se mostrarán tres métodos de planeación, estos son: Punto de equilibrio para el óptimo cálculo de lo mínimo que se debe de producir para no tener pérdidas financieras. Planeación de inventario en



el que se calculará la cantidad óptima a producir y la cantidad óptima a pedir, y por último pronósticos de producción, a corto, mediano y largo plazo.

Punto de equilibrio

El cálculo de ponto de equilibrio, permite determinar la cantidad óptima a producir o pedir, en el cual no se pierde ni se gana (equilibrio).

- 1: Añade registro de punto de equilibrio
- 2: Inputs de código de producto terminado
- 3: Bodega en el que se ha producido
- 4: Fecha para el cálculo
- 5: Escenario (Real, Prc, PPTO) de cálculo

- 6: Costos fijos anual
- 7: Costos variables anual
- 8: Margen de venta
- 9: Calcular punto de equilibrio
- 10: Guardar registro

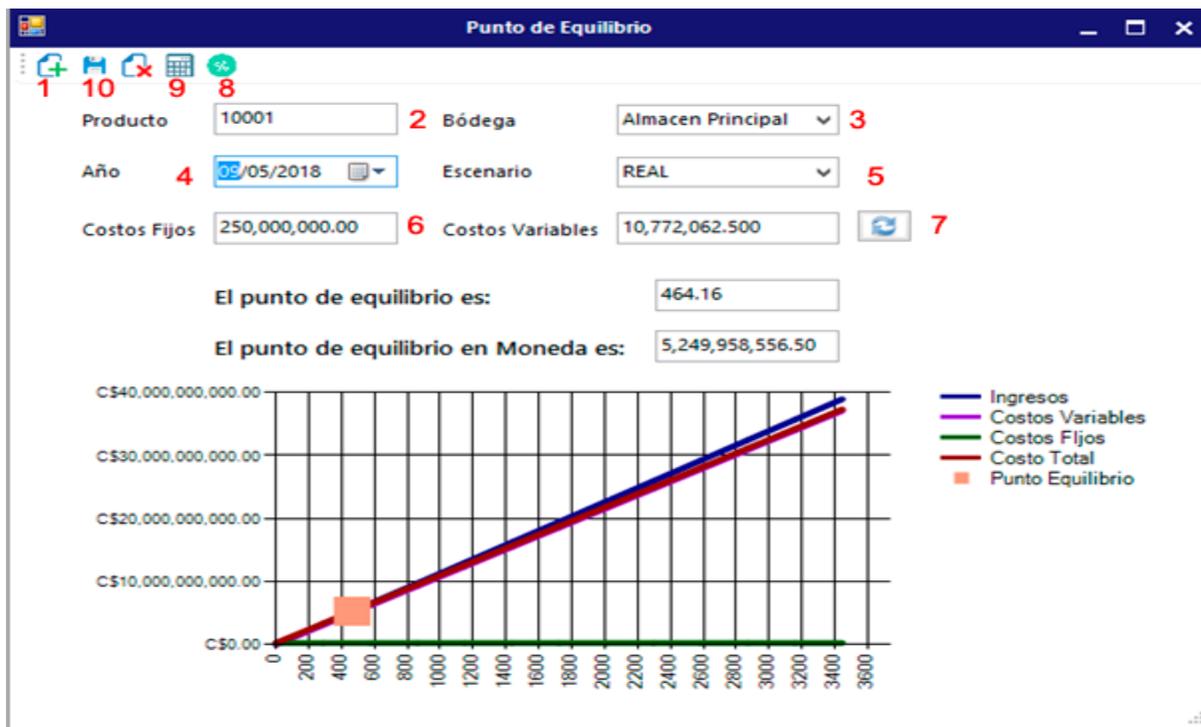


Ilustración 77: Punto de equilibrio

Planeación de inventario

Para aplicar los métodos de planificación de inventario, el usuario deberá de ir al menú principal, seleccionar la opción Planeación, posterior, planeación de inventario y seleccionar el método que mejor se adecue a sus necesidades.



Cantidad fija de pedido

La cantidad fija de pedido, en términos simples, permite determinar la cantidad óptima a pedir, para satisfacer las necesidades de producción y mantener los costos al mínimo.

Parámetros de Cálculo	
Año	may-2018
Escenario	REAL
Bodega	Almacen Principi
Producto	1 Madera Preciosa
Costo Mantenimiento	C\$1.81
Costo Pedido	C\$2,700.00
Costo Promedio	C\$180.00
Demanda	13804
Cantidad Económica de Pedido (Q*)	6417.41
Ordenes por Año	2.15
Tiempo entre Ordenes	116.22 días
Demanda por día	55.22
Costo Total Q*	C\$2,496,336

Ilustración 78: Cantidad económica a pedir

Para calcular la cantidad fija de pedido óptima, se deberá de seguir las siguientes instrucciones:

- 1: Seleccionar la fecha de registro,
- 2: Seleccionar el escenario a calcular (Real, Prc, PPTO)
- 3: Seleccionar la bodega a almacenar
- 4: Seleccionar el producto a calcular
- 5; Detallar el costo de mantenimiento asociado, el sistema determinará el costo de mantenimiento por unidad pedida. El detalle de costo de mantenimiento abarca: costo de instalación, costo por mantener, costo por seguro, depreciación anual, obsolescencia anual

6: El sistema, calculará el costo promedio

7: Detallar el costo de pedido asociado, registrando el costo de obtención y el costo de documentación.

8: La demanda se calculará en dependencia al margen bruto deseado

9: Para calcular la cantidad fija de pedido óptima, una vez ingresado cada uno de estos elementos, el usuario deberá de presionar el botón de calcular

10: Permite modificar el margen bruto

Cantidad económica a producir

La cantidad fija económica a producir, en términos simples, permite determinar la cantidad óptima que se debe de producir, para satisfacer las necesidades de producción, las demandas del producto, y mantener los costos al mínimo



Ilustración 79: Cantidad económica a producir

Para calcular la cantidad económica óptima a producir, se deberá de seguir las siguientes instrucciones:

- 1: Seleccionar la fecha de registro,
- 2: Seleccionar el escenario a calcular (Real, Prc, PPTO)
- 3: Seleccionar la bodega a almacenar
- 4: Seleccionar el producto a calcular
- 5; Detallar el costo de mantenimiento asociado, el sistema determinará el costo de mantenimiento por hora trabajada. El detalle de costo de mantenimiento abarca: costo de instalación, costo por mantener, costo por seguro, depreciación anual, obsolescencia anual
- 6: El sistema, calculará el costo promedio de producción
- 7: La demanda se calcula en base al porcentaje de demanda satisfecha deseado
- 8: El sistema determina la producción anual que se espera
- 9: Para calcular la cantidad económica óptima a producir, una vez ingresado cada uno de estos elementos, el usuario deberá de presionar el botón de calcular
- 10: Se guarda el cálculo de cantidad óptima a producir.

Cantidad económica a pedir con descuentos

La cantidad económica a pedir con descuentos, permite determinar la cantidad óptima que se debe de pedir, considerando esquemas comerciales con distintos descuentos

Cantidad Económica con Descuentos

Producto ... **Madera Preciosa** Bodega 2

Mínimo 3 Máximo 4 Año 5

Parámetros de Cálculo

Cargo por Mantener 6 ... Escenario 7

Costo Promedio 8 Costo Pedido ... 9

Descuento (%) 10 Demanda 11

13

	Id	Mín	Máx	P. Desc	C. Anual Orden	C. Anual Mant	Q*	Costo Anual	Ordenes	Tiempo entre Orden
▶	1	0.0	1,000.0	C\$180.0	C\$9,318	C\$1,925	1,000.0	C\$632,423	3	72.4
	2	1,001.0	2,000.0	C\$171.0	C\$5,538	C\$3,239	1,682.4	C\$598,898	2	121.9
	3	2,001.0	5,000.0	C\$167.4	C\$4,657	C\$3,852	2,001.0	C\$586,206	2	145.0
	4	5,001.0	10,000.0	C\$163.8	C\$1,863	C\$9,627	5,001.0	C\$576,764	1	362.3
	5	10,001.0	20,000.0	C\$160.2	C\$933	C\$19,253	10,001.0	C\$573,024	0	734.5

Ilustración 80: Cantidad económica con descuentos

Para calcular la cantidad económica a pedir con descuentos, se deberá de seguir las siguientes instrucciones:

- 1: Ingresar el producto a calcular,
- 2: Seleccionar el almacén
- 3: Ingresar el mínimo a pedir
- 4: Ingresar el máximo a pedir
- 5: Seleccionar el año en que se establece el cálculo y el esquema comercial
- 6: Detallar el costo de mantenimiento
- 7: Seleccionar el escenario de cálculo
- 8: El sistema calculará el costo promedio del producto
- 9: Detalla el costo del pedido
- 10: Se ingresa el descuento comercial por la compra de estas cantidades

11: Se detalla la demanda proyectada, en base al porcentaje de demanda insatisfecha

12: Se actualizan los días hábiles de trabajo

13: Agrega el esquema comercial, el sistema calculará todo el detalle de costos y cantidades a pedir, en base a los datos ingresados.

14: Guarda el registro

Inventario de seguridad

La cantidad económica a pedir con inventario de seguridad, permite producir, en función a un nivel de servicio deseado



Ilustración 81: Inventario de seguridad

Para calcular la cantidad económica a pedir con niveles de seguridad, se deberá de seguir las siguientes instrucciones:

1: Presionar el botón añadir registro

2: Ingresar el producto a calcular

- 3: Seleccionar la bodega
- 4: Selecciona el escenario de calculo
- 5: Seleccionar el nivel de servicio deseado
- 6: Ingresar el tiempo de entrega del producto
- 7: El sistema calculará la demanda diaria del producto
- 8: Se debe de presiona sobre el botón de guardar para registrar el cálculo en la base de datos.

Pronostico de producción

Para aplicar los métodos de pronósticos de producción, el usuario deberá de ir al menú principal, seleccionar la opción Planeación, posterior, pronósticos y seleccionar el método que mejor se adecue a sus necesidades.



Pronostico a corto plazo

El pronóstico a corto plazo permite proyectar semanas de producción



Parámetros para Proyección

Producto: 10001 (1) Bodega: Almacen Principal (2)

Número de registros históricos: 4 (3) A partir de esta fecha: 13/05/2018 (4)

La proyección para la siguiente semana es: 0.00 (5)

Semana	Producción	Ponderación (Entre 0 y 1)
18	7.7	0.00 (5)
14	5.6	0.00
13	3.6	0.00

Ilustración 82: Pronóstico a corto plazo

Para registrar pronóstico a corto plazo se deberá de realizar lo siguiente:

- 1: Ingresar el producto a pronosticar
- 2: Seleccionar la bodega a almacenar
- 3: Ingresar los números de registros históricos para proyectar
- 4: Seleccionar la fecha a partir proyectar
- 5: Ingresar la ponderación de los registros históricos, la sumatoria de la ponderación debe sumar 1
- 6: Presionar el botón calcular
- 7: Presiona el botón de guardar para registrar el pronóstico a corto plazo en la base de datos
- 8: Muestra el reporte de pronóstico a corto plazo

Pronóstico a mediano plazo

El pronóstico a mediano plazo permite proyectar meses de producción



Proyección a Medio Plazo

Parámetros para Proyección

Producto	10001	1	...	Bodega	2	Almacen Principal	▼
Coeficiente de suavización	0.05	3		Fecha	4	mayo	▼
Prónotico Anterior	9.7	5		Producción Anterior	6	8.0	6
Incluye Tendencia	NO			Coeficiente de suavización de Tendencia			▼

La proyección para este periodo es: 8 9.61

Ilustración 83: Pronóstico a mediano plazo

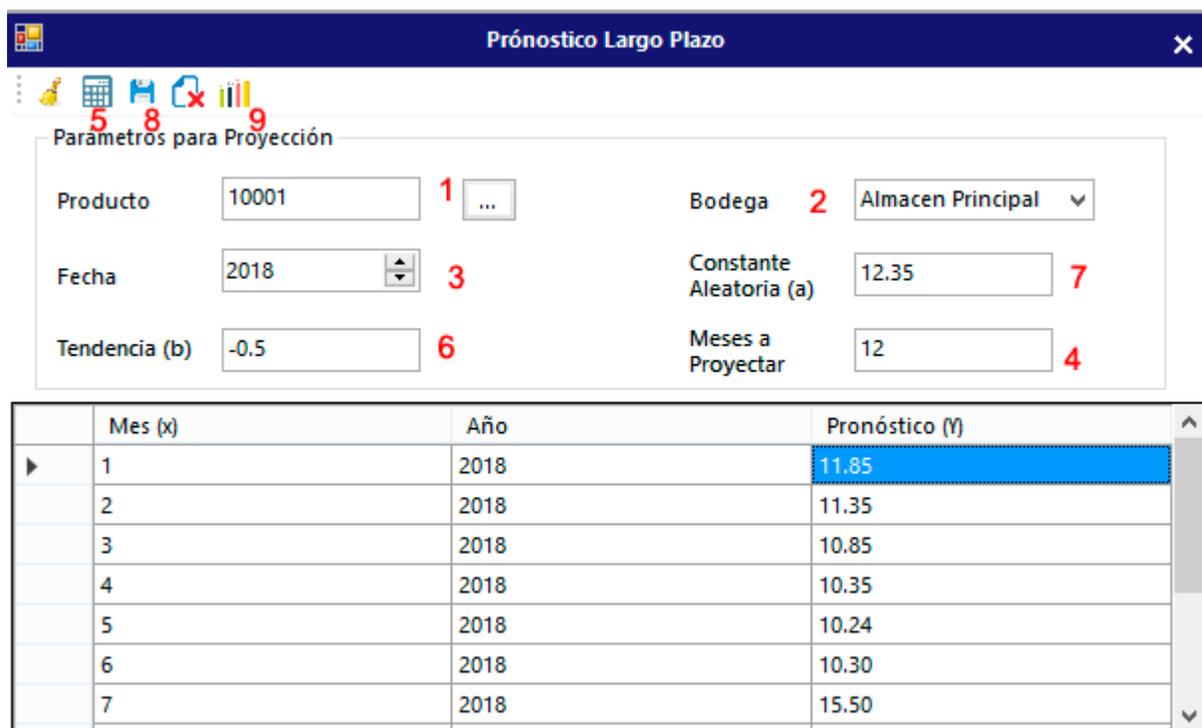
Para registrar un pronóstico a mediano plazo se deberá de realizar lo siguiente:

- 1: Ingresar el código del producto terminado
- 2: Seleccionar el almacén de producto terminado
- 3: Seleccionar el coeficiente de suavización el cual se establece unos valores predeterminados
- 4: Seleccionar el mes de partida para la proyección
- 5: El sistema obtiene la última proyección ya sea a corto o a mediano plazo
- 6: El sistema obtiene la producción del mes anterior
- 7: Para calcular el pronóstico a corto plazo, una vez imputado los datos se deberá de presionar el botón de calcular
- 8: El sistema calcula la proyección a mediano plazo
- 9: Para guardar el pronóstico se debe de presionar el botón de guardar registro

10: Para ver los reportes del pronóstico a mediano plazo, se debe de presionar el botón gráfico.

Pronostico a largo plazo

El pronostico a largo plazo permite proyectar meses y años de producción, utilizando la regresión lineal simple



Mes (x)	Año	Pronóstico (Y)
1	2018	11.85
2	2018	11.35
3	2018	10.85
4	2018	10.35
5	2018	10.24
6	2018	10.30
7	2018	15.50

Ilustración 84: Pronóstico a largo plazo

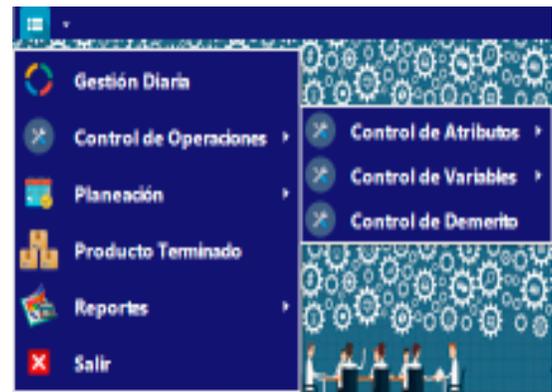
Para registrar un pronóstico a largo plazo, deberá de realizar lo siguiente:

- 1: Ingresar el código del producto terminado
- 2: Seleccionar el almacén de producto terminado
- 3: Seleccionar el año del pronostico
- 4: Ingresar los meses a proyectar

- 5: Presionar el botón de calcular
- 6: El sistema calculará la tendencia del pronóstico
- 7: El sistema calculará la constante aleatoria del pronóstico
- 8: Para guardar el registro, el usuario deberá de presionar el botón de guardar
- 9: Para ver los reportes del pronóstico a mediano plazo, se debe de presionar el botón gráfico.

Control de Operaciones

En el menú principal, selecciona la opción Control de Operaciones, en él se mostrarán tres métodos de control, estos son: Control de atributos, para los procesos y controles que se basen en unidades desperfectos, control de variables, para procesos y controles que se basen en tolerancias de atributos y propiedades de productos, control de demerito, para procesos y controles que se basen en porcentajes de calidad (de carácter subjetivo)



Control de atributos: Método P

Para registrar un control de calidad, utilizando el método P se deberá de seguir los siguientes pasos:

Control por Atributos: Diagrama P

1 7 8
 Fecha: 06/05/2018 2 Bodega: Almacén Principal 4
 Producto: 10001 3

	Muestra	Muestra	Cantidades defectuosas	Fracción Disconforme
	1.0	1.00 5	1.00 6	100.00%
▶	2.0	1.00	0.00	0.00%

Ilustración 85: Control por atributos: Diagrama P

- 1: Se debe Añadir un nuevo registro de control
- 2: Seleccionar la fecha de producción
- 3: Ingresar el código del producto terminado
- 4: Seleccionar el almacén de bodega
- 5: Ingresar la muestra de producción
- 6: Ingresar la cantidad defectuosas de la muestra seleccionada, el sistema calculará automáticamente la fracción disconforme
- 7: Guardar el registro de producción
- 8: Grafica el control de calidad

Control de atributos: Método C

Para registrar un control de calidad, utilizando el método C, el cual se basa en disconformidades continuas, se deberá de seguir los siguientes pasos:

Control de atributos: Diagrama C

1 Fecha 06/05/2018 2 Bodega Almacen Principal 4
 Producto 10001 3 NÚM de muestras 1 5

Muestra	Número a Inspeccionar	Cantidades defectuosas
1.0	1.00 6	0.00
2.0	1.00	1.00

Ilustración 86: Control de atributos, diagrama C

- 1: Se debe Añadir un nuevo registro de control
- 2: Seleccionar la fecha de producción
- 3: Ingresar el código del producto terminado
- 4: Seleccionar el almacén de bodega
- 5: Ingresar el número de muestra de producción
- 6: Ingresar la cantidad defectuosas de la muestra seleccionada, el sistema calculará automáticamente la fracción disconforme
- 7: Guardar el registro de producción
- 8: Grafica el control de calidad

Control de variables: Método X

¹Para registrar un control de calidad, utilizando el método X se deberá de seguir los siguientes pasos:

# Muestra	Observación 1	Observación 2	Observación 3	Observación 4	Observación 5	X
1	4.042	4.042	4.042	4.042	4.042	4.042
2	4.06	4.06	4.06	4.06	4.06	4.06
3	4.058	4.058	4.058	4.058	4.058	4.058
4	4.022	4.022	4.022	4.022	4.022	4.022

Ilustración 87: Control de variable, método X

- 1: Presionar el botón de añadir un nuevo registro
- 2: Seleccionar la fecha de registro de producción
- 3: Ingresar el código de producto terminado
- 4: Seleccionar la bodega para almacenar
- 5: Ingresar el número de observaciones
- 6: Selecciona la variable a inspeccionar
- 7: Se ingresa el valor de la variable
- 8: El sistema calcula el promedio de las observaciones

¹ La unidad de la variable es en cm

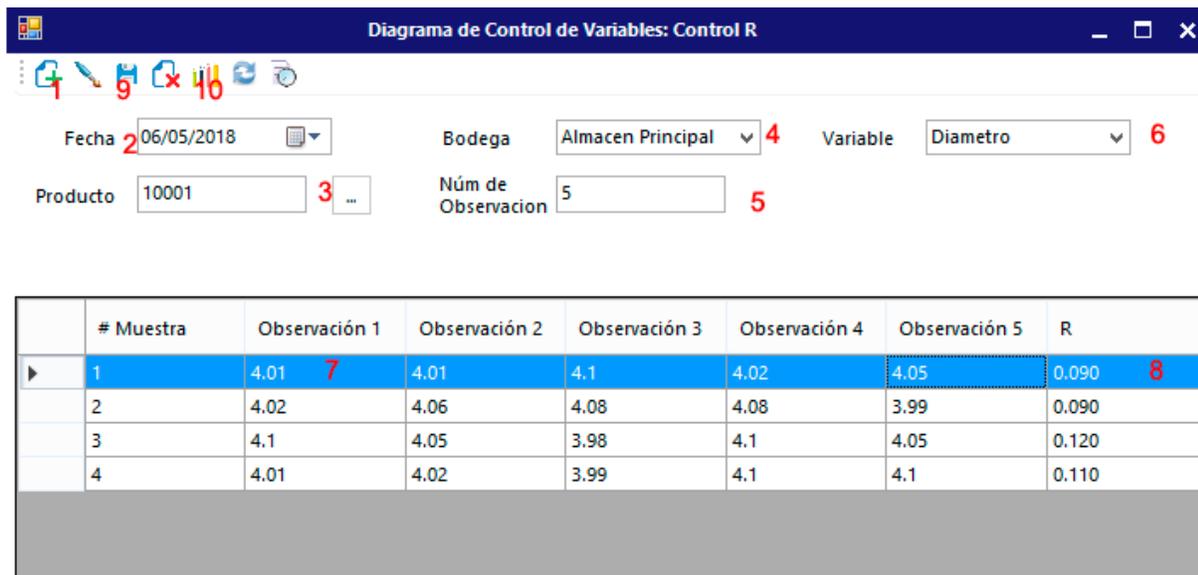
9: Para guardar el control, se debe de presionar el botón de guardar

10: Muestra el índice de capacidad

11: Muestra el diagrama de control para el método X

Control de variables: Método R

Para registrar un control de calidad, utilizando el método R se deberá de seguir los siguientes pasos:



# Muestra	Observación 1	Observación 2	Observación 3	Observación 4	Observación 5	R
1	4.01	4.01	4.1	4.02	4.05	0.090
2	4.02	4.06	4.08	4.08	3.99	0.090
3	4.1	4.05	3.98	4.1	4.05	0.120
4	4.01	4.02	3.99	4.1	4.1	0.110

2

Ilustración 88: Control de variable, control R

1: Presionar el botón de añadir un nuevo registro

2: Seleccionar la fecha de registro de producción

3: Ingresar el código de producto terminado

4: Seleccionar la bodega para almacenar

5: Ingresar el número de observaciones

² La unidad de la variable es en cm

- 6: Selecciona la variable a inspeccionar
- 7: Se ingresa el valor de la variable
- 8: El sistema calcula el rango de las observaciones
- 9: Para guardar el control, se debe de presionar el botón de guardar
- 10: Muestra el diagrama de control para el método R

Control de Demerito

Para registrar un control de calidad, utilizando el método de Demerito, se deberá de seguir los siguientes pasos:



	Muestra	Defectos Muy Graves	Defectos Graves	Defectos Moderados	Defectos Pocos Importantes	Número a Inspeccionar
	1.0	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
	2.0	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	3.0	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00

Ilustración 89: Control de Demerito

- 1: Presionar el botón de añadir un nuevo registro
- 2: Seleccionar la fecha de registro de producción
- 3: Ingresar el código de producto terminado
- 4: Seleccionar la bodega para almacenar
- 5: Ingresar el número de muestras

6: Se debe de ingresar los defectos identificados (defectos muy graves, graves, moderados, pocos importantes)

7: Para guardar el control, se debe de presionar el botón de guardar

10: Muestra el diagrama de control para de Demerito

Creación de usuarios

Para crear usuarios, desde el aplicativo web se debe de ingresar al sistema como administrador, y realizar los siguientes pasos.

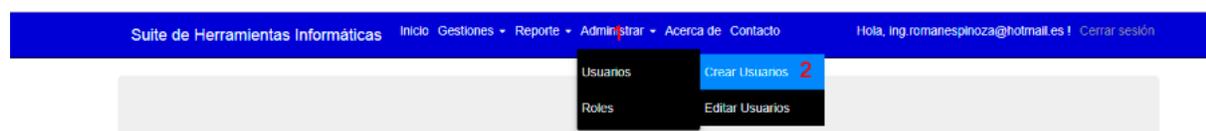


Ilustración 90: Acceso a creación de usuarios

1: Seleccionar la opción administrar

2: Presionar en el menú usuarios, la opción de crear usuarios

Posterior, se mostrará la siguiente vista, en el cual se tendrán que ingresar los siguientes datos.

1: Correo electrónico del usuario a crear

2: Contraseña, la cual debe de cumplir con un estándar de mínimo de seguridad (mínimo 10 caracteres, con combinación alfanuméricos)

3: Se debe de repetir la contraseña

4: Presionar el botón registrarse



Ilustración 91: Registrar un nuevo usuario

Creación y asignación de roles

Para crear usuarios, desde el aplicativo web se debe de ingresar al sistema como administrador, y realizar los siguientes pasos.



Ilustración 92: Acceso para crear Roles

Posterior, se mostrará la siguiente vista, en el cual se tendrán que ingresar los siguientes datos.



Ilustración 93: Creación de roles

- 1: Nombre del rol
- 2: Presionar el botón crear rol
- 3: Se mostrará en la tabla el rol creado

Una vez creado el rol, se deberá de asignar a los usuarios creados.



Ilustración 94: Asignación de Roles

En el menú Administrar, dentro de la opción Roles y asignar roles, se mostrará la ventana a como se muestra en la ilustración. Los pasos a seguir para asignar roles son los siguientes:

- 1: Seleccionar un usuario
- 2: Se mostrará los roles disponibles para asignar
- 3: Añade o retira un rol del usuario seleccionado
- 4: Se muestra el rol asignado para el usuario.