

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

# **DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN BASADO EN TECNOLOGÍA .NET PARA LA GESTIÓN DE UN PROCESO INDUSTRIAL EN LÍNEA DE PESAJE DINÁMICO**

Daniel Alberto Muñoz Z.

Juan Pablo Ayala.

Ingeniería de sistemas

Director del trabajo de grado: Pedro Atencio Ortiz

**INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO**

**02/05/17**

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

## RESUMEN

Este trabajo de grado nace de la necesidad de reemplazar el software de control de las pesadoras dinámicas instaladas en el horno 9 de la compañía de galletas Noel S.A.S, al cual se le pueda realizar mantenimiento y agregar nuevos módulos de ser necesario. Este trabajo de grado tiene como objetivo diseñar y desarrollar un sistema de información para la gestión de la información entregada por las pesadoras dinámicas, dado que el proveedor original de este equipo ya no ofrece soporte ni actualizaciones para el software actual. El sistema de información con base en los datos entregados por la pesadora dinámica, verificará el peso del producto y de acuerdo a parámetros preestablecidos, deberá ordenar el rechazo del producto que no se encuentre dentro de las especificaciones dadas. También gestionará recetas para cada referencia de producto, almacenará información de los pesos capturados en una base de datos y gestionará esa información para generar reportes de las variables involucradas en el proceso en relación al peso del producto y los parámetros establecidos. Estos reportes tienen como finalidad apoyar la toma de decisiones por parte de los encargados de la línea de producción.

El levantamiento de requisitos tanto de software como las especificaciones y requisitos del hardware se realizan directamente con el cliente de la aplicación y se hace mediante la metodología de la entrevista (anexo 1). Mediante estas se busca identificar todas las necesidades para establecer los requerimientos que debe satisfacer el software a diseñar y desarrollar. También se reconoce el tipo de hardware a emplear y si es necesario el desarrollo o diseño de interfaces o módulos adicionales para acoplar todos los elementos involucrados. La metodología de desarrollo del sistema de información será el de desarrollo por prototipos

**Palabras Clave:** Ingeniería del Software, Lenguaje Unificado de Modelado, Patrones de Diseño. Pesaje Dinámico.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

## RECONOCIMIENTOS

Agradezco inmensamente a Jazmín García por su apoyo incondicional durante todas las etapas de este proceso, especialmente en las que sentí desfallecer. Gracias a ella que con su amor y motivación logré superar las dificultades y así alcanzar la meta propuesta de ser Ingeniero de Sistemas.

A mi padre Joaquín Emilio por su amor y constante ejemplo de esfuerzo, dedicación y compromiso.

A mi madre, hermanos y sobrinos que de una u otra forma hicieron parte en mi proceso de formación.

A mi compañero de trabajo de grado Daniel Alberto Muñoz por permitirme ser su compañero y amigo, por su entendimiento, paciencia y buena disposición para compartir sus conocimientos y trabajar en equipo.

A nuestro asesor Pedro Atencio por guiarnos y encaminarnos durante todo el proceso de construcción y desarrollo de la tesis.

A Jesús Armando Ríos, Alejandra Agudelo y Nelson Osorio por apoyarme en los momentos que necesité cambios de turno laboral para poder matricular las asignaturas que solo había en otras jornadas.

Al ITM y sus profesores, entre ellos John Jairo Arenas que aparte de transferirnos sus conocimientos académicos, se preocupó por que creciéramos como personas, aconsejándonos de buena manera e impactando la parte humana de cada uno de sus alumnos.

-Juan Pablo Ayala Sánchez

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

## ACRÓNIMOS

MVC Modelo vista controlador

DAO Data Acces Object

VO Value Object

UML Unified Modeling Language

OMG Object Management Group

CU Caso de Uso

DTO Data Transfer Ogject

BD Base de Datos

SP Stored Procedure

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

# TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	<b>2</b>
<b>RECONOCIMIENTOS</b> .....	<b>3</b>
<b>ACRÓNIMOS</b> .....	<b>4</b>
<b>TABLA DE TABLAS</b> .....	<b>9</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>10</b>
1.1 PERTINENCIA Y JUSTIFICACIÓN.....	10
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
1.3 OBJETIVOS .....	11
1.3.1 <i>General</i> .....	11
1.3.2 <i>Específicos</i> .....	11
1.4 ORGANIZACIÓN DE LA TESIS.....	12
<b>2 MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>13</b>
2.1 SISTEMAS DE PESAJE INDUSTRIAL Y CONTROL DE PROCESOS .....	13
2.2 SISTEMAS DE INFORMACIÓN .....	13
2.3 INGENIERÍA DEL SOFTWARE .....	14
2.4 DISEÑO Y MODELAMIENTO DE SOFTWARE BASADO EN UML.....	16
2.5 PATRONES DE DISEÑO .....	26
2.5.1 <i>Patrón de diseño Singleton</i> .....	27
2.5.2 <i>Patrón de diseño MVC</i> .....	28
2.5.3 <i>Patrón de diseño VO</i> .....	29
2.5.4 <i>Patrón de diseño DAO</i> .....	30
2.5.5 <i>Patrón Abstract Factory</i> .....	31
2.5.6 <i>Patrón Adapter</i> .....	32
2.6 BASES DE DATOS .....	32
<b>3 METODOLOGÍA</b> .....	<b>34</b>
3.1 IDENTIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS.....	34
3.2 ESPECIFICACIÓN DEL SISTEMA.....	35

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

3.3 DISEÑO .....	35
3.4 IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE .....	36
3.5 PRUEBAS .....	38
3.6 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES .....	38
3.7 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....	40
<b>4 DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA.....</b>	<b>42</b>
4.1 ANÁLISIS DE ENTREVISTA.....	44
4.2 ANÁLISIS DEL HARDWARE INSTALADO (VISITA A CAMPO).....	48
4.3 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES.....	51
4.4 REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES.....	52
4.5 DIAGRAMA DE CASOS DE USO .....	53
4.6 DIAGRAMA DE CLASES.....	61
4.7 DIAGRAMAS DE SECUENCIA .....	65
4.8 DECISIÓN SOBRE DISEÑO BASE DE DATOS.....	73
4.8.1 Estándar de Base de datos.....	73
4.8.2 Diagrama de Base de Datos.....	76
4.9 DESARROLLO POR PROTOTIPOS.....	79
<b>5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>88</b>
5.1 PRUEBAS DEL SOFTWARE.....	88
5.1.1 Pruebas de crecimiento en Base de Datos.....	88
5.1.2 Pruebas de rendimiento y consumo de memoria.....	91
5.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	96
<b>6 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO .....</b>	<b>98</b>
6.1 CONCLUSIONES .....	98
6.2 RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO .....	100
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>101</b>
<b>APÉNDICE.....</b>	<b>103</b>
APÉNDICE A.....	103
APÉNDICE B.....	104
APÉNDICE B.....	105
APÉNDICE C. ESCENARIOS Y DIAGRAMAS DE CASOS DE USO DEL SISTEMA.....	109

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

APÉNDICE D. AMPLIACIÓN SECTORIZADA DEL DIAGRAMA DE CLASES.....136

## LISTA DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. ETAPAS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA INGENIERÍA DEL SOFTWARE.....	14
ILUSTRACIÓN 2. LÍNEAS UTILIZADAS PARA DIBUJAR DIAGRAMAS DE CASOS DE USO EN SUS 4 TIPOS DE RELACIONES.....	17
ILUSTRACIÓN 3. DIAGRAMA DE CASOS DE USO .....	18
ILUSTRACIÓN 4. DIAGRAMA DE CLASES .....	20
ILUSTRACIÓN 5. DIAGRAMA DE SECUENCIA.....	21
ILUSTRACIÓN 6. DIAGRAMA DE ESTADO .....	22
ILUSTRACIÓN 7. DIAGRAMA DE ACTIVIDAD .....	22
ILUSTRACIÓN 8. LAS SIETE FASES DEL CICLO DE DESARROLLO DE SISTEMAS (SDLC) .....	24
ILUSTRACIÓN 9. DIAGRAMA DE CLASE DEL PATRÓN SINGLETON .....	27
ILUSTRACIÓN 10. DIAGRAMA DE CLASES DEL PATRÓN MVC.....	28
ILUSTRACIÓN 11. DIAGRAMA DE CLASE PATRÓN DE DISEÑO VO.....	29
ILUSTRACIÓN 12 DIAGRAMA DE CLASES PATRÓN DE DISEÑO DAO.....	30
ILUSTRACIÓN 13 DIAGRAMA DE CLASES PATRÓN DE DISEÑO ABSTRACT FACTORY .....	31
ILUSTRACIÓN 14 DIAGRAMA DE CLASES DE PATRÓN DE DISEÑO ADAPTER .....	32
ILUSTRACIÓN 15. BASE DE DATOS ESCOLAR.....	33
ILUSTRACIÓN 16 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE LA METODOLOGÍA DEL PROYECTO .....	39
ILUSTRACIÓN 17. SOFTWARE PARA AJUSTE DE BALANZA HBM. ....	49
ILUSTRACIÓN 18. DIAGRAMA DE CASO DE USO GENERAL .....	54
ILUSTRACIÓN 19.COMONENTES DE DIAGRAMA DE CLASES. ....	61
ILUSTRACIÓN 20. DIAGRAMA DE CLASES GENERAL.....	62
ILUSTRACIÓN 21. AMPLIACIÓN 1 DE DIAGRAMA DE CLASES. ....	63
ILUSTRACIÓN 22. AMPLIACIÓN 2 DE DIAGRAMA DE CLASES. ....	64
ILUSTRACIÓN 23. DIAGRAMA DE SECUENCIA GENERAL.....	65
ILUSTRACIÓN 24. DIAGRAMA DE SECUENCIA INGRESAR AL SISTEMA .....	67
ILUSTRACIÓN 25. DIAGRAMA DE SECUENCIA CREAR PRODUCTO .....	69
ILUSTRACIÓN 26. DIAGRAMA DE SECUENCIA CREAR USUARIO.....	71
ILUSTRACIÓN 27. TABLAS PERTENECIENTES A LA BASE DE DATOS DBPESADORA .....	74
ILUSTRACIÓN 28. CAMPOS DE TABLA TBLAUDITORIA CALIBRACION .....	75

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

ILUSTRACIÓN 29. PROCEDIMIENTOS ALMACENADOS DE BASE DE DATOS DBPESADORA .....	76
ILUSTRACIÓN 30. DIAGRAMA DE BASE DE DATOS DEL SISTEMA. ....	77
ILUSTRACIÓN 31. AMPLIACIÓN 1 DEL DIAGRAMA DE BASE DE DATOS. ....	78
ILUSTRACIÓN 32. AMPLIACIÓN 2 DEL DIAGRAMA DE BASE DE DATOS .....	78
ILUSTRACIÓN 33. VERSIÓN INICIAL CUENTAS DE USUARIO .....	80
ILUSTRACIÓN 34. MENÚ PRINCIPAL .....	81
ILUSTRACIÓN 35. VERSIÓN FINAL DE CUENTAS DE USUARIO .....	82
ILUSTRACIÓN 36. VERSIÓN FINAL MENÚ PRODUCTOS .....	83
ILUSTRACIÓN 37. VERSIÓN FINAL MENÚ CONFIGURACIÓN .....	83
ILUSTRACIÓN 38. VERSIÓN FINAL MENÚ CALIBRACIÓN. ....	84
ILUSTRACIÓN 39. VERSIÓN FINAL MENÚ INFORMES. ....	85
ILUSTRACIÓN 40. PROCEDIMIENTO ALMACENADO PARA INSERTAR UN MILLÓN DE REGISTROS. ....	89
ILUSTRACIÓN 41. USO DE DISCO ANTES DE INSERTAR 1'000.000 DE REGISTROS. ....	90
ILUSTRACIÓN 42. USO DE DISCO POR TABLA DESPUÉS DE INSERTAR 1'000.000 DE REGISTROS. ....	90
ILUSTRACIÓN 43. COMPARATIVA USO DE DISCO ANTES Y DESPUÉS DE INSERTAR EL MILLÓN DE REGISTROS .....	91
ILUSTRACIÓN 44. CONSUMO DE MEMORIA DE LA APLICACIÓN EN EJECUCIÓN .....	92
ILUSTRACIÓN 45. MÓDULO GESTIÓN DE INFORMES Y SU CONSUMO EN MEMORIA .....	93
ILUSTRACIÓN 46. INFORME DE GENERACIÓN DE PERFILES DE MEMORIA .....	94
ILUSTRACIÓN 47. CREACIÓN DE OBJETOS EN LA CLASE CLSDAOINFORMES. ....	95
ILUSTRACIÓN 48. CÓDIGO OPTIMIZADO EN LA CLASE CLSDAOINFORMES. ....	96



	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

## TABLA DE TABLAS

TABLA 1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO (ACTIVIDADES 1-22) .....	40
TABLA 2. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO (ACTIVIDADES 22 - 36) .....	41
TABLA 3. FORMULARIO PARA ENTREVISTA CON EL CLIENTE .....	43
TABLA 4. ESCENARIO DE CASOS DE USO .....	55
TABLA 5. ESCENARIO DE CASO DE USO CREAR PRODUCTO.....	58
TABLA 6. ESCENARIO DE CASO DE USO MODIFICAR PRODUCTO.....	60

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 Pertinencia y Justificación

Con la implementación de este sistema de información podremos entregar un software de alta calidad, plenamente documentado y totalmente funcional para las pesadoras actuales y futuras, garantizando los procesos de calidad relacionados con la variable peso de la línea de producción. También al trabajar con el cliente se pueden garantizar todas las funcionalidades que se requieran, tanto desde el punto de vista de automatización de la verificación de los pesos y separación del producto inconforme, como también desde la gestión administrativa apoyada en los datos históricos y en los informes para la toma de decisiones.

El sistema de información proveerá la información de una forma confiable, verificable y veraz a cerca del comportamiento de la variable peso en el proceso de producción, con esto se buscará que los responsables puedan tomar las decisiones adecuadas en cualquier momento del proceso, en base a los datos presentes y pasados que el sistema almaceno.

El módulo de autenticación y gestión de usuarios proveerá el control necesario para que los responsables de la operación del sistema realicen sus funciones como lo son el inicio y fin de producción, la selección y modificación de los parámetros de las recetas, y la visualización de informes de producción. El sistema de información validará los permisos asignados para cada usuario y en función de estos permitirá el acceso o no a diferentes módulos. Solo los usuarios con mayores privilegios podrán ajustar o calibrar el sistema de pesaje.

Adicionalmente el sistema de información gestionara de forma óptima los recursos energéticos, de hardware y software involucrados en su proceso. Es importante esta gestión para alargar la vida útil del hardware donde se ejecuta y adicionalmente alinearse a los compromisos que desde el área de gestión ambiental de la compañía y su política de desarrollo sostenible se tiene con relación a la conservación de recursos energéticos y la disminución del impacto ambiental que ocasiona el proceso.

Por último, pero no menos importante, el sistema de información será desarrollado en una plataforma de vanguardia que permitirá su ejecución óptima en los sistemas operativos actuales sin olvidar el soporte para versiones anteriores de Windows como lo es Windows xp. El sistema de información está pensado para ser puesto en marcha por personal no experto en sistemas, donde el proceso de instalación será totalmente automatizado, permitiendo su puesta en marcha sin mayores contratiempos.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

## 1.2 Planteamiento del problema

Las pesadoras dinámicas que se encuentran instaladas en el horno 9 de la compañía de galletas Noel. S.A.S cuentan con un software de control basado en Labview, de origen propietario, no configurable y que no cuenta con soporte alguno de parte del fabricante. En el presente es muy complejo poner en marcha el software ya que carece de soporte y documentación, haciendo que la línea de producción sufra retrasos constantes cuando esta falla. Otro problema que se presenta es la falta de compatibilidad de este software con sistemas operativos modernos, impidiendo actualizar los equipos sobre los que este corre, y ocasionando con esto problemas en el soporte informático de la organización.

En el apartado de generación de informes, aunque cuenta con un módulo dedicado para ello, los usuarios no lo utilizan por desconocimiento del funcionamiento del software, además de que este no es nada amigable de cara al usuario.

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 General

Diseñar e implementar un sistema de información multiusuario para la gestión de procesos de pesaje en línea bajo la tecnología .NET, que permita la gestión y obtención de información de los datos utilizados y generados en el proceso de la compañía de galletas Noel S.A.S

### 1.3.2 Específicos

- Identificar y definir los requisitos funcionales y no funcionales que debe cumplir el sistema de información de acuerdo a las necesidades del cliente.
- Diseñar el sistema de información de gestión del proceso de pesaje utilizando UML como lenguaje de modelado y el ecosistema .NET como plataforma de desarrollo.
- Desarrollar el sistema de información usando la metodología de desarrollo por prototipos e incremental.
- Diseñar y construir un módulo de datos para el almacenamiento de datos históricos, productos y usuarios de la línea de producción.
- Desarrollar módulos de reportes de acuerdo a las exigencias del cliente y a la información almacenada en la base de datos.

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

## 1.4 Organización de la Tesis.

En esta tesis se abordan 5 capítulos. Los cuales tienen como nombres Introducción, Marco Teórico, Metodología, resultados y discusión y por último Conclusiones, Recomendaciones y trabajo futuro.

A continuación, se especifica lo que se encuentra en cada uno de los 5 capítulos ya mencionados.

- **Introducción:** En este primer capítulo se especifica lo que se va a realizar, su pertinencia, justificación, y problema abordado, se definen sus objetivos tanto general como específicos y por último la organización de la tesis, en la cual encontramos la descripción de cada capítulo.
- **Marco Teórico:** En este capítulo encontramos la descripción de temas específicos que ayudan a tener claridad sobre cómo abordar el problema y así llegar a la forma más viable del desarrollo de la solución. Se toman como base enfoques teóricos, estudios anteriores referentes al tema abordado. Todo esto con el fin de ampliar el conocimiento para entender no solo el problema a solucionar, sino también los métodos y forma de llegar a la solución propuesta. Como ejemplo en el marco teórico en esta tesis encontramos las definiciones y estudios anteriormente realizados sobre Ingeniería del Software. En los cuales los autores de libros sobre este tema, nos dan claridad sobre la implementación de esta metodología.
- **Metodología:** En este capítulo encontramos la metodología seleccionada, la cual tiene como nombre Ingeniería del Software. También se especifica las estrategias seleccionadas, realizadas, el por qué se seleccionaron y el cómo se implementaron.
- **Resultados y discusión:** En este capítulo se presentan los resultados sobre la implementación de la metodología, Los análisis realizados y los requerimientos necesarios para la solución de las necesidades del cliente.
- **Conclusiones, Recomendaciones y trabajo futuro:** En este capítulo se describen las conclusiones de la implementación del sistema de información, del levantamiento de los requerimientos funcionales y no funcionales, de la implementación del lenguaje de modelado UML, entre otras. También se describen los aspectos a tener en cuenta en la implementación de la metodología Ingeniería del software en sistemas de información similares a este. Por último, se plantean las oportunidades para el mejoramiento de este sistema de información.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

## 2 MARCO TEÓRICO

### 2.1 Sistemas de pesaje industrial y control de procesos

Este sistema está basado en pesadoras dinámicas las cuales son sistemas de medición de peso en línea, los cuales son ampliamente utilizados en la industria para medición de productos procedentes de una línea de producción. Se emplean para garantizar que el peso del producto se encuentre dentro de los rangos establecidos en sus especificaciones, además de llevar estadísticas constantes del peso de los mismos para la elaboración de indicadores y toma de decisiones.

Estos sistemas de pesaje en línea son especialmente útiles a la hora de detectar que el producto se encuentra por fuera de sus especificaciones, pudiendo rechazarlo o retirarlo antes de que se empaque o llegue al consumidor.

Las mediciones realizadas son constantemente almacenadas en una base de datos, lo cual permite elaborar precisas estadísticas acerca del comportamiento del peso en una línea de producción específica. Esto le permite determinar a los encargados de la producción y al personal de calidad que tan exacto es el peso que se entrega al consumidor y si existe o no sobrepeso, que, en conjunto con el bajo peso, son las variables que más se deben controlar para evitar problemas legales y la insatisfacción del cliente. El conocimiento exacto de esta variable, les permite a los encargados tomar medidas oportunas para evitar pérdidas ocasionadas por el sobrepeso y reclamaciones de cara al consumidor.

Por lo general los sistemas de pesaje industrial manejan una serie de parámetros para su puesta en marcha, los cuales son importantes en el momento de su configuración, dado que estos permiten discriminar la composición del peso del producto.

El peso neto es el peso del producto sin tener en cuenta el peso de su empaque. El peso bruto, es el peso del producto con todo y empaque y la tara es el peso del material de empaque o embalaje sin tener en cuenta el peso del producto en cuestión.

### 2.2 Sistemas de información

Los sistemas de información se construyen de acuerdo a las necesidades de los usuarios, de las empresas u organizaciones y se usan con el fin de dar solución a diferentes problemas u necesidades de las organizaciones involucradas. Estos sistemas buscan soportar las decisiones a nivel estratégico de las

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

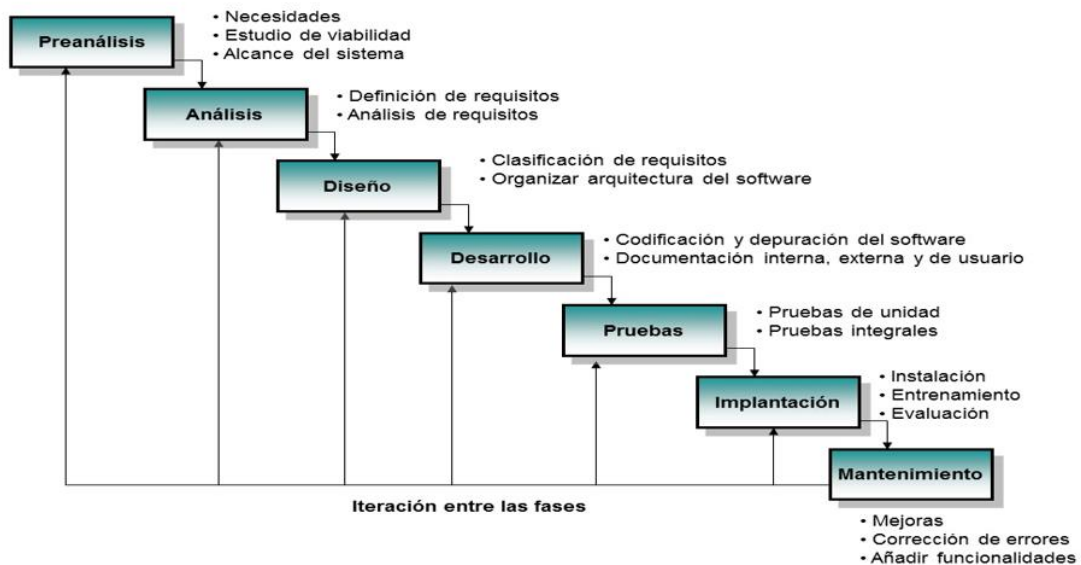
organizaciones a partir de la información recopilada durante su funcionamiento. Hay de diferentes clases u enfoques como los son los MIS o sistema de información administrativos, los DDS o sistema de soporte de decisiones, entre otros. (Kendall & Kendall, 2011).

## 2.3 Ingeniería del Software

Es una serie de procedimientos o etapas formales en el desarrollo del software en las cuales se realiza en primera instancia un análisis dentro del cual está comprendido listar y comprender las necesidades del usuario, las cuales, luego de entenderlas pasan a definirse como requerimientos, luego se diseña la solución a los requerimientos y se desarrolla el código el cual se le realizan pruebas, validaciones, documentación y entra en operación cumpliendo con los alcances definidos como requerimientos del sistema de cara al usuario o cliente.

La ingeniería del software está enmarcada en 7 etapas, las cuales son Pre análisis, análisis, diseño, desarrollo, pruebas y verificación, implementación o implantación y por ultimo mantenimiento.

A continuación, se ilustra una imagen (ilustración 1) en la cual se visualizan las 7 etapas en cascada para la implementación de la ingeniería del software.



**Ilustración 1.** Etapas en la implementación de la ingeniería del software  
 Recuperado de <http://cecyulingenieriadesw.blogspot.com.co>

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

## Modelos de desarrollo

Los modelos de desarrollo nacieron con el fin de organizar la forma en que se desarrollaban los programas informáticos, ya que en la antigüedad estos se hacían al amañó del programador y traía serias dificultades relacionadas con el tiempo de entrega, mantenibilidad y en el desarrollo de nuevas soluciones implementadas con el mismo sistema.

Los modelos de desarrollo permiten representar de una forma abstracta los procesos involucrados en el desarrollo del software abordados desde una perspectiva específica, por esta razón se han presentado modelos de desarrollo que permiten abordar el desarrollo de software desde la perspectiva de una serie de tareas que se ejecutan de una forma secuencial, una detrás de otra. También existen modelos que abordan el desarrollo del software desde un punto de vista evolutivo donde se tiene en cuenta las mejoras constantes a las que puede estar sometido un sistema de información o aplicativo del software.

A continuación, se describen algunos de los modelos de desarrollo más utilizados en la actualidad.

### Cascada

El modelo en cascada es un método tradicional de desarrollo de software que aborda un problema cuando hay poco riesgo e incertidumbre en cada una de sus etapas. Este modelo busca ejecutar secuencialmente cada una de las etapas del desarrollo del software.

Algunos de los problemas que se presentan en la aplicación de este modelo parten de que es muy poco común que las aplicaciones sigan un flujo de desarrollo secuencial, dado a que cuando hay que introducir cambios a la mitad del proceso de desarrollo el modelo no cumple con la flexibilidad de aceptarlos y genera incertidumbre en el equipo de desarrollo. Otra dificultad que presenta este modelo es cuando no se identifican adecuadamente los requisitos del software desde el comienzo lo cual puede generar que se presenten problemas en el desarrollo del aplicativo; otro problema que trae consigo este desarrollo es que el cliente no ve el resultado tangible hasta el final del proceso (Pressman, 2010, pág. 34).

### Incremental

El modelo incremental es utilizado cuando hay cierta necesidad de entregar una funcionalidad limitada del software al cliente y luego implementar las funcionalidades que no son tan críticas. Este modelo lo que busca es ir incrementando las funcionalidades optimas hasta terminar el desarrollo. Este modelo es muy empleado cuando no se tiene tiempo o recursos suficientes para entregar un sistema de información en los tiempos dados por el cliente.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

### Prototipos

Este modelo se emplea cuando no se tienen claros los requerimientos por parte del cliente, por lo cual luego de definir los objetivos generales del software, se identifica algún requerimiento para luego proceder a realizar un modelado o diseño rápido, diseño con el cual se da pie a un nuevo prototipo. Con la correcta aplicación de este modelo se pueden crear rápidamente programas que funcionen.

El prototipo sirve como mecanismo para la clarificación e identificación de los requerimientos del software.

Cuando en el desarrollo del software hay varios entes involucrados el prototipo sirve para unificar criterios e identificar nuevos requerimientos, mejorar el entendimiento del desarrollador a cerca de las necesidades del cliente.

Uno de los principales problemas de utilizar esta metodología es que el cliente muchas veces cree que el prototipo puede usarse como un producto final, por lo cual el desarrollador debe de ser muy claro desde un principio con el cliente para evitar que los prototipos queden como productos finales sin cumplir todas las pruebas y estándares de calidad.

## 2.4 Diseño y Modelamiento de Software Basado en UML

El lenguaje unificado de modelado es el más utilizado en la industria para modelar sistema de software y está respaldado por OMG (Object Management Group), por lo cual se ha convertido en el estándar de facto. (Wikipedia, 2015 )

Para que un grupo de personas participantes en un proyecto entiendan cierta notación, esta debe tener una estructura y semántica fácil de entender y bien definida. Para evitar las malas interpretaciones y malos entendidos existen los estándares, los cuales les permiten a todos entender de forma clara y concisa la idea que se quiere transmitir evitando malos entendidos y confusiones dado que proveen ciertos elementos que gracias a su construcción no dan cabida a la ambigüedad.




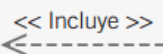
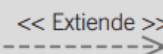

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

UML provee cinco notaciones fundamentales que nos permitirán modelar un sistema, estas son los diagramas de caso de uso, los diagramas de clase, los diagramas de secuencia, los diagramas de grafica de estado y los diagramas de actividad. (Bruegge & Dutoit)

## Diagrama de casos de uso

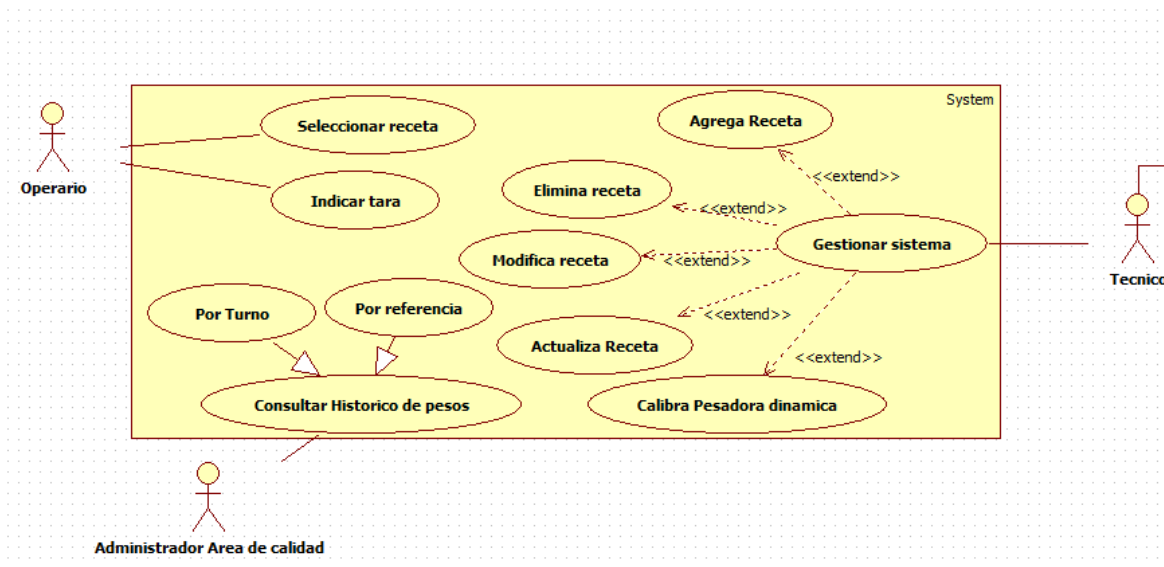
Los casos de uso se emplean generalmente para mostrar una función de un sistema tanto en la fase de obtención de requerimientos como en la etapa de modelado, y muestran como es el comportamiento de este con los usuarios o sistemas con los que interactúa. Un actor representa por lo general a cualquier persona o sistema que interactúe con el sistema a modelar y que se encuentran afuera de la frontera del sistema (Bruegge & Dutoit).

Según Kendall, en los casos de uso las relaciones activas se conocen como relaciones de comportamiento y se utilizan principalmente en los diagramas de casos de uso. Hay cuatro tipos básicos de relaciones de comportamiento: comunica, incluye, extiende y generaliza. Observe que todos estos términos son verbos. En la ilustración 2 se muestran las flechas y líneas que se utilizan para dibujar diagramas de cada uno de los cuatro tipos de relaciones de comportamiento (Kendall & Kendall, 2011).

Relación	Símbolo	Significado
Comunica		Para conectar un actor con un caso de uso se utiliza una línea sin puntas de flecha.
Incluye		Un caso de uso contiene un comportamiento común para más de un caso de uso. La flecha apunta al caso de uso común.
Extiende		Un caso de uso distinto maneja las excepciones del caso de uso básico. La flecha apunta del caso de uso extendido al básico.
Generaliza		Una "cosa" de UML es más general que otra "cosa". La flecha apunta a la "cosa" general.

**Ilustración 2.** Líneas utilizadas para dibujar diagramas de casos de uso en sus 4 tipos de relaciones de comportamiento. Análisis y diseño de sistema (Kendall & Kendall, 2011)

Un ejemplo de estos diagramas lo podemos observar en la siguiente ilustración (ilustración 2). En la que el diagrama de caso de uso muestra la interacción de los usuarios con un sistema de información que gestiona pesaje en línea.



*Ilustración 3.* Diagrama de casos de Uso  
Interacción de Usuarios con un sistema

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

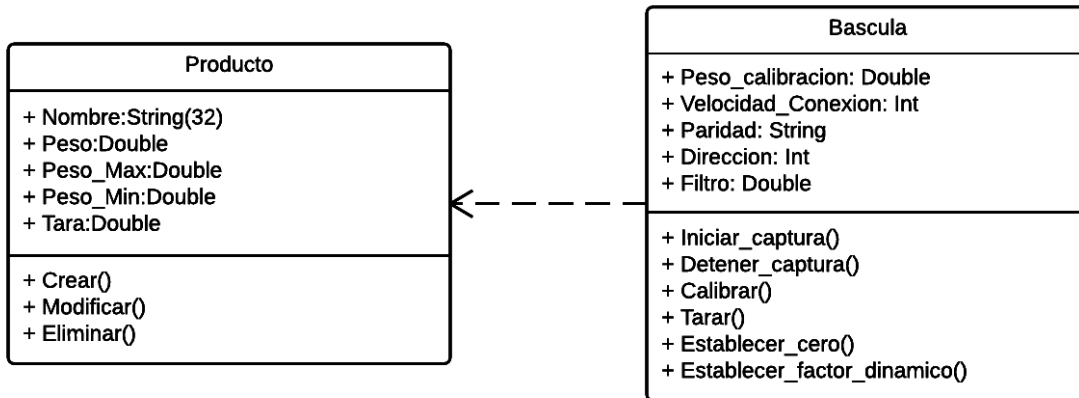
## Diagrama de clases

Los diagramas de clase nos permiten describir el sistema desde los objetos, clases, funciones, atributos y como estos interactúan y se relacionan. Nos permiten además mostrar o describir la estructura del sistema que estemos modelando. Durante la ejecución del programa los objetos se instancian a partir de las clases y modifican sus atributos durante el tiempo de ejecución. (Bruegge & Dutoit)(Figura 2)

Para elaborar los diagramas de clases se utilizan rectángulos, en los cuales puede ir solamente los nombres de las clases, pero en diagramas más detallados se acostumbra a mostrar tanto sus atributos, como los métodos que esta implementa. Estos pueden ir acompañados por información adicional como lo son su tipo y su alcance.

Las clases de acuerdo a su función se suelen dividir en cuatro categorías que son: las clases de entidad, que suelen representar a objetos del mundo real como lo son las personas. Las clases de límite o interfaz que se emplean para representar los medios por los cuales el usuario interactúa con la aplicación. Las clases abstractas que no se pueden instanciar directamente y que por lo general están relacionadas con otras con relación de especialización o generalización y las clases de control que se encargan por lo general de controlar el flujo de las actividades o para poder utilizar otra clase, su misión es la de coordinar. (Kendall & Kendall, 2011). A continuación, en la Ilustración 3 se ilustra un diagrama de clases conformado por la clase producto y báscula. Entre estas clases hay una relación de uso. En la que la clase báscula usa la clase producto cuando se requiere.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02



**Ilustración 4.** Diagrama de Clases

Diagrama de clases que ilustra como la clase bascula se relaciona con la clase producto.

## Diagramas de secuencia

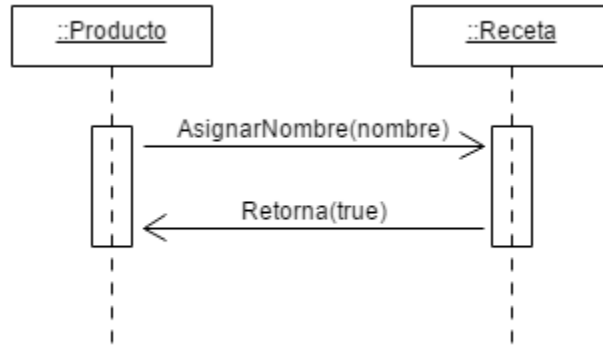
Los diagramas de secuencia sirven para mostrar las interacciones, relaciones y métodos existentes entre clases o instancias de clase. Generalmente son extraídos de los casos de uso y representan o muestran el patrón general o interacciones que ocurren en el caso de uso.

Para su elaboración se utilizan los siguientes elementos:

- Nombre: Descripción
- NombreObjeto: Esta representación denota un Objeto
- Clase: Esta representación denota una Clase
- NombreObjeto:Clase: Esta notación representa a un objeto en una clase .

Para representar la comunicación o mensajes entre dos elementos se utilizan las flechas en la dirección en la que ocurre la comunicación, siendo estas rellenas o no de acuerdo a si el mensaje es asíncrono o no. La línea de vida de la actividad es representada por una línea vertical punteada, la cual representa cuando el objeto es destruido. Un rectángulo vertical sobre esta línea representa cuando el objeto o clase tiene el foco de control. (Kendall & Kendall, 2011)

En la Ilustración 4 se observa un ejemplo muy básico de un diagrama de secuencia, en el cual se ilustra su forma básica y como dos clases interactúan.



**Ilustración 5.** Diagrama de Secuencia interacción entre dos clases y los mensajes que estas intercambian.

## Diagramas de estado

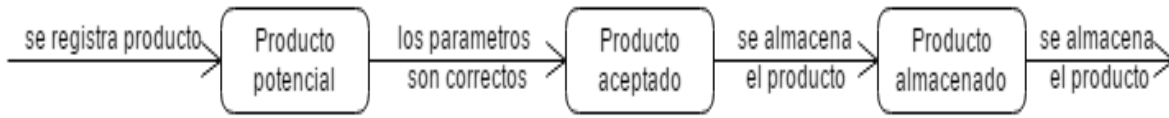
Nos permite representar los estados por los que atraviesa y las transiciones que ocurren ya sea de un objeto individual o un sistema durante el tiempo que está en ejecución. También podemos ver como los estímulos hace que algunos estados varíen. Algunos ejemplos de estado serian:

- En ejecución
- Detenido
- En espera
- Preparado

Estos estados pueden variar de acuerdo a los estímulos que reciba el objeto o sistema como tal, es decir, el estado puede variar al objeto o sistema recibir un mensaje, al cliente realizarle alguna petición, etc.

Un estado debe comenzar por una letra en mayúscula, donde su nombre debe de ser único y descriptivo, y debe de tener tanto acciones de entrada como de salida. Las acciones son generalmente disparadas por eventos, los cuales ocurren en un tiempo y lugar específico, y pueden ser tan sencillos como que un usuario de clic en el botón de guardar, etc. En la figura 4 se muestra un ejemplo de un diagrama de estados para la clase producto, el cual muestra los estados particulares que tiene la clase al momento de registrar un producto. (Kendall & Kendall, 2011)

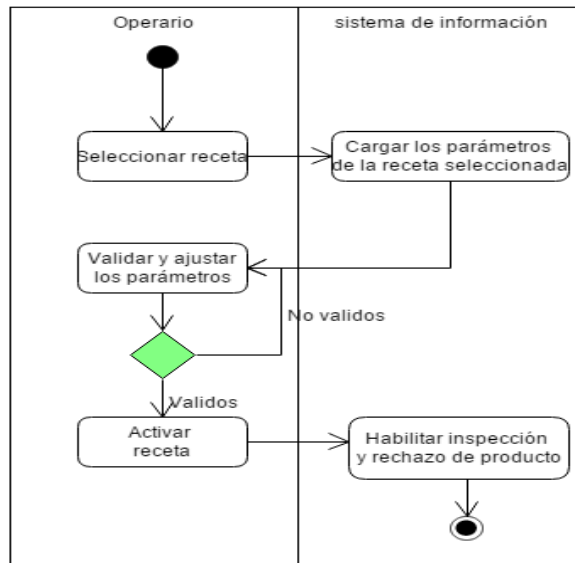
	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02



**Ilustración 6.** Diagrama de Estado  
Diferentes estados por los que pasa la clase producto para registrar un nuevo ítem.

### Diagrama de actividad

Estos diagramas nos sirven para representar el flujo de acciones secuenciales, además de representar los resultados de la ejecución de estas. Se utilizan principalmente para capturar las acciones internas de un proceso y mostrar los flujos dentro de estos. Un ejemplo de estos diagramas lo podemos observar en la siguiente figura (figura 3).



**Ilustración 7.** Diagrama de Actividad  
Ilustra el proceso de selección de una receta.

### Pruebas

Las pruebas de software son un paso importante dentro del desarrollo de un sistema de información, ya que mediante estas se garantiza que la aplicación es estable y responde de manera adecuada a cada uno de los requerimientos del usuario. Dentro de la planeación de las pruebas de software es importante identificar las partes del software que son más propensas a presentar cualquier tipo de anomalía, razón

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

por la cual es necesario utilizar métodos que permitan predecir cuales son los módulos que necesitan de una prueba más intensiva.

Las pruebas son el proceso de encontrar donde el software no cumple con lo que está estipulado en el modelado, o donde no cumple con los requerimientos no funcionales como lo son el rendimiento o el desempeño. Existen diferentes tipos de pruebas, los cuales evalúan un software o modulo bajo un punto de vista específico. También es importante recordar que todos los programas o sistemas antes de salir a producción, deben de pasar por una prueba de escritorio, en la cual serán alimentados con datos de prueba en los cuales se verificara su correcto funcionamiento.

Aunque es un proceso algo tedioso, las pruebas se deben realizar en todos los pasos del desarrollo, tanto a nivel de módulos como de subsistemas. Es mejor probar paso a paso e identificar los problemas a nivel de módulos, que luego de terminar el sistema, este no funcione o falle y los problemas sean en este punto más difíciles de corregir. No solo es necesario probar el software, también es necesario probar la plataforma donde este se ejecute, tanto las aplicaciones sobre las que se soporta como el hardware donde está o va a ser instalado.

La responsabilidad de realizar las pruebas correctamente por lo general recae sobre los propios autores del sistema, los cuales con apoyo del auditor o analista de sistema diseñan métodos de prueba pertinentes para la aplicación que desarrollaron. Las pruebas comprenden desde el seguimiento en papel de cada una de las etapas por la que pasa un módulo o sistema en particular hasta alimentar el sistema completo con datos prediseñados. Cuando se ha verificado esto se alimenta al sistema con una serie de datos a fin de comprobar los valores máximos, mínimos, la coherencia de los datos y la respuesta del sistema ante estos. Que los datos sean leídos por la aplicación no significa que estos sean válidos, ella deberá poder procesar los que sean correctos o actuar de acuerdo a su modelado cuando estos están mal o son corruptos. El analista posteriormente analizara los datos o logs arrojados por el sistema durante las pruebas a fin de determinar si hay alguna desviación o si hay necesidad de realizar pruebas adicionales. (Kendall & Kendall, 2011)

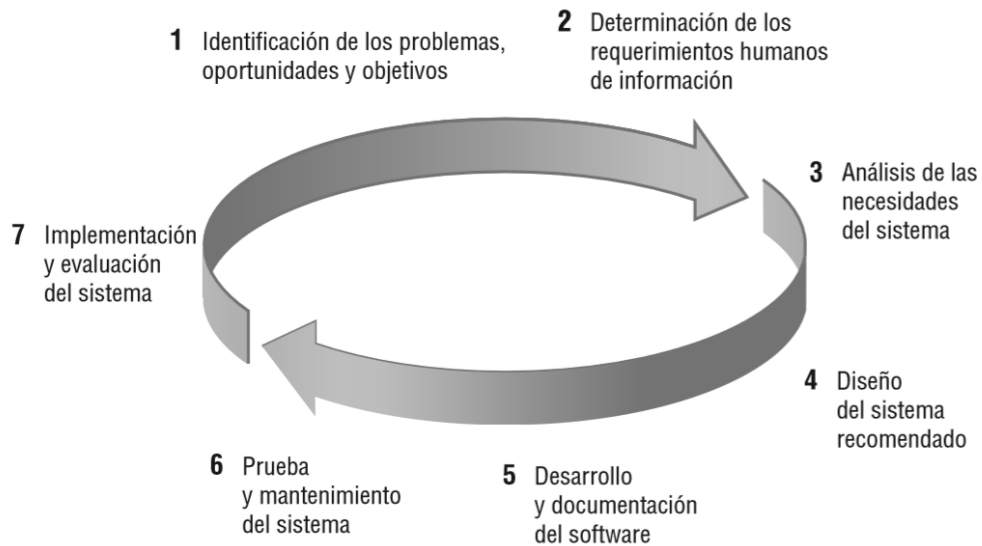
## Ciclo de vida

Un modelo de desarrollo de software permite manejar la complejidad del proceso de desarrollo de software a los gerentes y desarrolladores, así como un modelo de desarrollo hace lo mismo en el proceso de diseño de un sistema con relación a los programadores. El modelo permite representar cada una de las actividades y productos que se generan en el proceso de desarrollo de software. *“Los modelos de ciclo*

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

*de vida hacen que las actividades de desarrollo de software y sus dependencias sean visibles y manejables”* (Bruegge & Dutoit).

El SDLC o también conocido como el ciclo de vida del desarrollo del software es una metodología dividida en siete fases en donde se desarrollan las actividades de análisis y diseño en un ciclo específico donde intervienen los analistas y los usuarios.



**Ilustración 8.** Las siete fases del ciclo de desarrollo de sistemas (SDLC) (Kendall & Kendall, 2011).

Durante la fase de identificación de los problemas, oportunidades y objetivos, el analista se reunirá con el usuario para determinar exactamente cuál es su necesidad, y establecer si realmente un sistema de información puede dar solución a esta. Durante esta primera fase el analista se encargará de delimitar el alcance del proyecto y de identificar cuáles son las necesidades y los objetivos que a partir de estas puedan ser alcanzados. Es muy importante documentar adecuadamente la información dado que en base a esta y al análisis realizado, el analista entregara un informe de viabilidad, en el cual se define el problema y se sintetizan los objetivos.

La siguiente fase que es la de determinar los requerimientos humanos de información, en la cual el analista deberá determinar cuáles son las necesidades de las personas, haciendo uso de técnicas como lo son las entrevistas, los cuestionarios, la observación y el análisis de datos. En esta etapa el analista deberá conocer como las personas hacen sus labores diarias o cómo interactúan con el sistema de información actual.



	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

El analista deberá comprender perfectamente cómo funciona el sistema actual, y deberá analizar cómo mejorar los métodos actuales de realización de las actividades. También deberá pensar en cómo hacer estos métodos más efectivos, y cómo hacer para mejorar la interacción hombre- máquina, con el fin de que el sistema sea más amigable de cara al usuario final a fin de optimizar las operaciones. Al final de esta etapa el analista deberá saber perfectamente cómo opera la empresa y la forma en que los usuarios realizan su trabajo.

En la fase de análisis de las necesidades del sistema se utilizan una serie de herramientas como son los diagramas de flujo de datos y los diagramas de actividad o de secuencia. En base a estos, el analista puede mostrar los sistemas de forma estructurada, facilitando la obtención de los requerimientos, además de analizar las decisiones estructurales presentes en el.

En este punto el analista presenta una propuesta donde resume todo lo que ha averiguado de los usuarios actuales y de los sistemas que vienen operando actualmente en la organización. En esta propuesta va también un análisis detallado, incluyendo el punto de vista del analista y un análisis de costo-beneficio. Los análisis realizados dependen de la experiencia del analista y no son absolutos, dado que un sistema puede plantearse de múltiples formas sin ser una de ellas una solución única.

Durante la fase de diseño del sistema recomendado, el analista utiliza la información recolectada para diseñar los procedimientos de ingreso de la información por parte de los usuarios, además que se asegura de que estos sean correctos. El diseño de la interfaz de usuario también toma lugar en este apartado, garantizando de que la interfaz sea de fácil operación, entendible y agradable para el usuario. Por último, pero no menos importante es diseñar una base de datos donde la información del negocio se almacene de forma lógica y estructurada, permitiendo generar informes en base a esta para facilitar la toma de decisiones.

En la quinta fase es donde se lleva a cabo el desarrollo y documentación del software, en el cual se crean diferentes documentos como lo son la ayuda en línea, las paginas o archivos de soporte, los manuales, etc., con el fin de ayudar a que los usuarios usen adecuadamente el software. También los programadores aprovechan esta fase para corregir errores sintácticos y documentar partes complejas del software, para así asegurar la calidad y ayudar a que otros programadores comprendan el código.

Antes de llevar el sistema a producción es necesario probarlo, puesto que es menos costoso corregir los errores en este punto, los programadores hacen esto en primera instancia utilizando datos de prueba, luego en conjunto con los analistas pueden alimentar al sistema con datos reales a fin de determinar si

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

hay algún mal funcionamiento en el sistema de información. También en esta etapa se empieza a realizar el mantenimiento del sistema con su documentación.

Por ultimo en la fase de implementación y evaluación del sistema, el analista será el encargado de verificar y asegurar que los usuarios reciban la capacitación adecuada, para que la migración de un sistema a otro sea lo más transparente posible. También se debe asegurar de realizar la conversión de los datos necesarios para la nueva aplicación o sistema de información. (Kendall & Kendall, 2011)

## 2.5 Patrones de Diseño

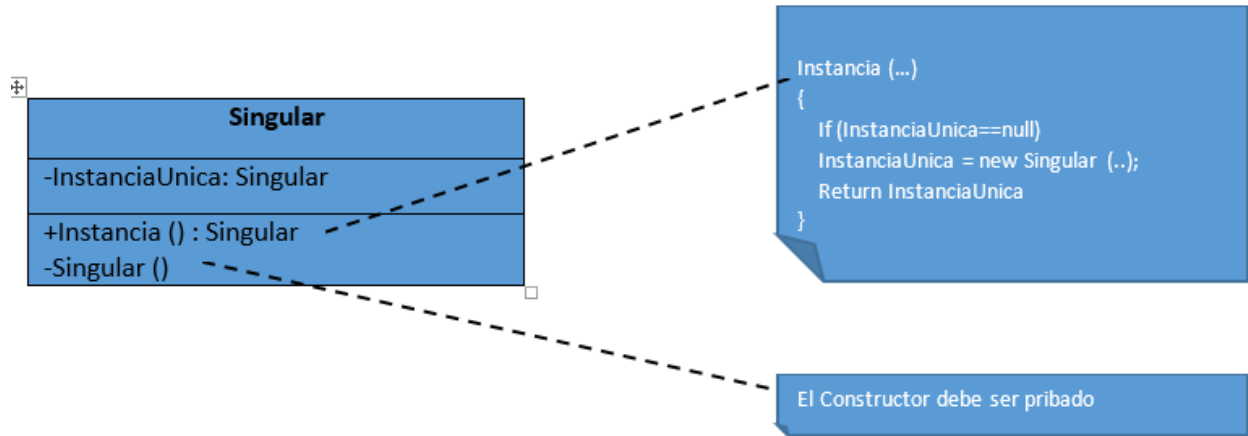
Como lo plantea Christopher Alexander en su libro publicado “The Timeless Way Of Building” (Alexander, 1979) Los patrones identifican y contextualizan problemas que se presentan recurrentemente en un ámbito específico y por ende el patrón plantea la solución a este tipo de problema. De modo que se puede aplicar el mismo patrón indefinidamente para solucionar problemas de la misma índole. Un ejemplo de esto son los techos de las casas o edificios de regiones determinadas, como por ejemplo los techos de edificios o casas ubicadas en regiones donde nieva. Esto acarrea una problemática por el hecho de que la nieve cae y se represa en los techos, colapsando esta parte de la estructura. Teniendo definido el problema, el patrón plantea como solución construir los techos con una pendiente pronunciada para hacer que la nieve cuando caiga se deslice hasta el suelo y así evitar represamiento de nieve en los techos. Teniendo en claridad sobre la función de los patrones y su pertinencia en el desarrollo del software los escritores de un grupo denominado GoF “Gang of Four” en su publicación Design Patterns (Four, 1994) abordan 23 patrones de diseño comunes para el desarrollo del software. Los cuales están organizados por 2 criterios: Propósito (de creación, estructurales y de comportamiento) y de ámbito (clase y objeto).

Los patrones de diseño pueden ser aplicados de manera independiente, es decir, solo utilizar patrones para alguna de las fases del desarrollo. (Educativas, 2011).

A continuación, se describen algunos de los patrones más usados en la actualidad.

### 2.5.1 Patrón de diseño Singleton

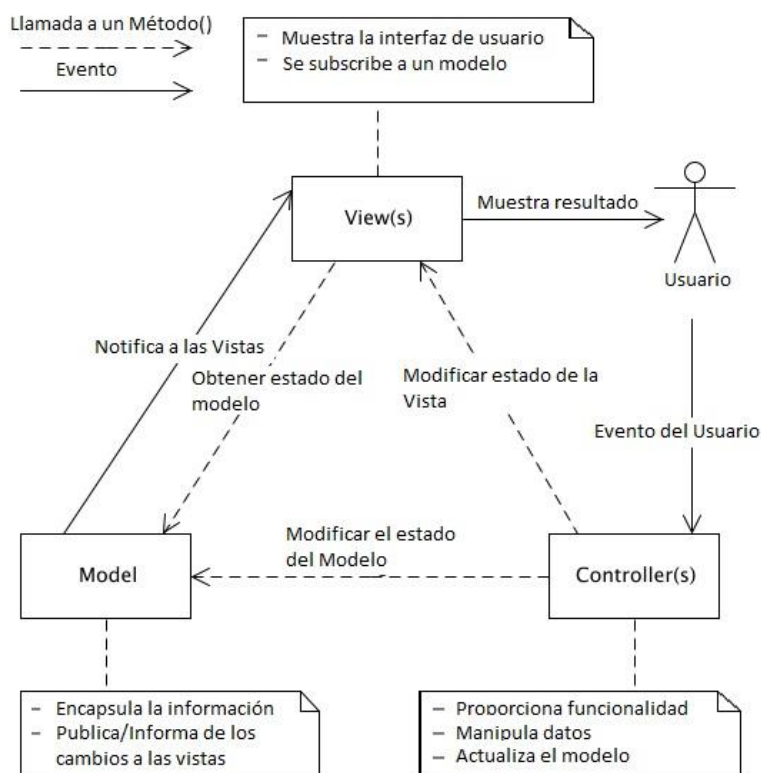
Es un patrón de creación de objetos cuya función es asegurar que una clase solo sea instanciada una única vez y proporcionar un punto de acceso global a dicha instancia. Se recomienda la utilización de este patrón cuando el sistema requiera una única instancia de una clase, la cual debe ser accesible desde un punto de acceso definido previa y claramente.



*Ilustración 9.* Diagrama de Clase del Patrón Singleton

### 2.5.2 Patrón de diseño MVC

Este es un patrón que establece la organización por independiente, y a su vez está compuesto por el modelo (Objetos de Negocio), la vista (Interfaz con el usuario u otro sistema) y el controlador (controlador del flujo de trabajo de la aplicación). De esta manera se divide el sistema en tres capas, donde por un lado se encapsulan los datos, las vistas o interfaz por otro y por último el controlador o la lógica interna.

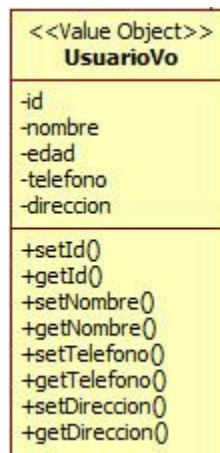


**Ilustración 10.** Diagrama de Clases del Patrón MVC  
 Recuperado de <https://lbcnet.wordpress.com>

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

### 2.5.3 Patrón de diseño VO

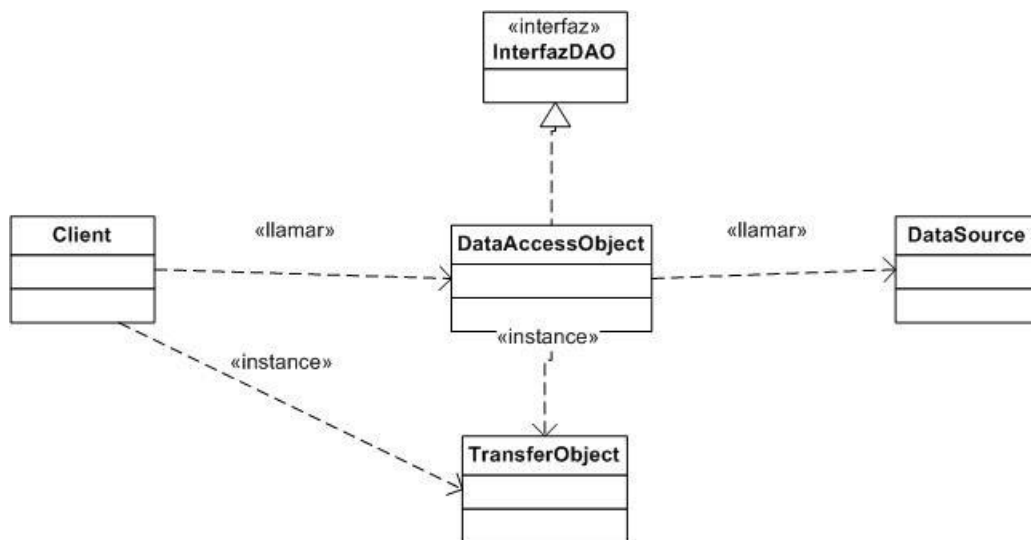
Este patrón consiste encapsular o agrupar varios valores dentro de un Objeto, con el fin de enviarlo y recibirlo con mayor seguridad y comodidad. Aparte de esto, el código se hace más legible y si en modificaciones futuras hay necesidad de adicionar un nuevo parámetro a la función, no hay que cambiar su firma, si no, simplemente agregar una nueva propiedad al objeto. En el siguiente ejemplo (ilustración 10) encontramos un diagrama de clase del patrón VO. En esta clase encontramos representada la tabla Usuario de una base de datos que utiliza un programa específico, de esta forma las propiedades o atributos son los campos de la entidad, permitiendo así empaquetar la información y facilitar la manera de transportarla. Por tanto, cuando se envían parámetros a un método. Solo se envía un objeto que a su vez contienen todos estos parámetros.



*Ilustración 11.* Diagrama de Clase Patrón de Diseño VO  
Recuperado de <http://codejavu.blogspot.com.co/>

### 2.5.4 Patrón de diseño DAO

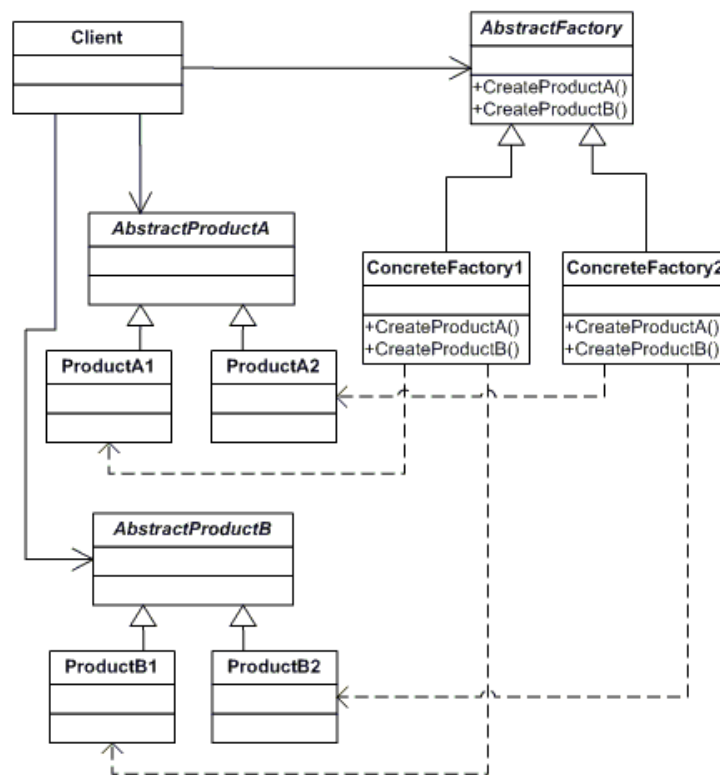
Este patrón tiene como funcionalidad la de incluir diferentes fuentes de datos (bases de datos, archivos y servicios externos, etc) a la lógica del negocio y a su vez encapsulando la forma de acceder a dichas fuentes. Un DAO define la relación entre la lógica de presentación y la de negocio por una parte y por otra la relación con la capa de datos. El DAO tiene una interfaz común, sea cual sea el modo y fuente de acceso a datos. Este patrón surge históricamente de la necesidad de gestionar una diversidad de fuentes de datos, aunque su uso se extiende al problema de encapsular no sólo la fuente de datos, sino además ocultar la forma de acceder a los datos. Se trata de que el software cliente se centre en los datos que necesita y se olvide de cómo se realiza el acceso a los datos o de cuál es la fuente de almacenamiento. (Rodríguez, 2009)



**Ilustración 12** Diagrama de Clases Patrón de Diseño DAO  
 Recuperado de <https://jossjack.wordpress.com>

### 2.5.5 Patrón Abstract Factory

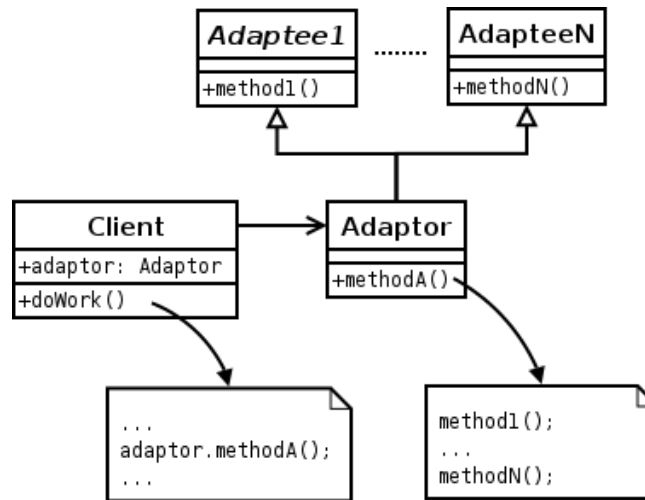
Este patrón proporciona una interfaz para crear familias de objetos relacionados o dependientes sin especificar las clases concretas de las que son instancia. Este patrón se utiliza cuando necesitamos que el software funcione sobre distintos recursos por lo cual se abstraen las librerías utilizadas proporcionando una interfaz común. En la ilustración **x** se pone en contexto el patrón fabrica abstracta, en el cual se plantea que el cliente decide que producto construir y fuerza a que todos los productos sean de una misma familia, una establecida esta por el cliente.



**Ilustración 13** Diagrama de Clases Patrón de Diseño Abstract Factory  
 Recuperado de <http://www.dofactory.com>

### 2.5.6 Patrón Adapter

Es un patrón estructural que tiene como función adaptar una interface para que pueda ser utilizada por una clase que de otro modo no podría utilizarla. Se aplica cuando se desea reutilizar una clase existente, pero su interface no concuerda con la que se necesita. A continuación, se ilustra una figura que representa un diagrama de clases de un patrón de diseño Adapter, en el cual el adaptador es el encargado de adaptar la clase Client con las interfaces Adaptee1 o Adaptee2, ya que de otra manera no pudiera haber conexión entre estas clases.



**Ilustración 14** Diagrama de Clases de Patrón de Diseño Adapter  
<http://www.codeproject.com/Articles>

## 2.6 Bases de datos

Las bases de datos son una colección de datos persistentes que pueden compartirse e interrelacionarse. Algunas de las propiedades más importantes se muestran en la siguiente lista:

**Persistente** Hace referencia a que los datos no se pierdan en cuanto finalice la aplicación ya que van a estar almacenados en un medio estable con la tecnología necesaria para que los datos no se pierdan así se cierre la aplicación o se apague el dispositivo de almacenamiento. Cuando los datos son almacenados en una variable de un programa, si este se cierra, la información se pierde, de ahí la necesidad de almacenar los datos en un medio no volátil. Debemos ser muy consecuentes con los datos que vamos a

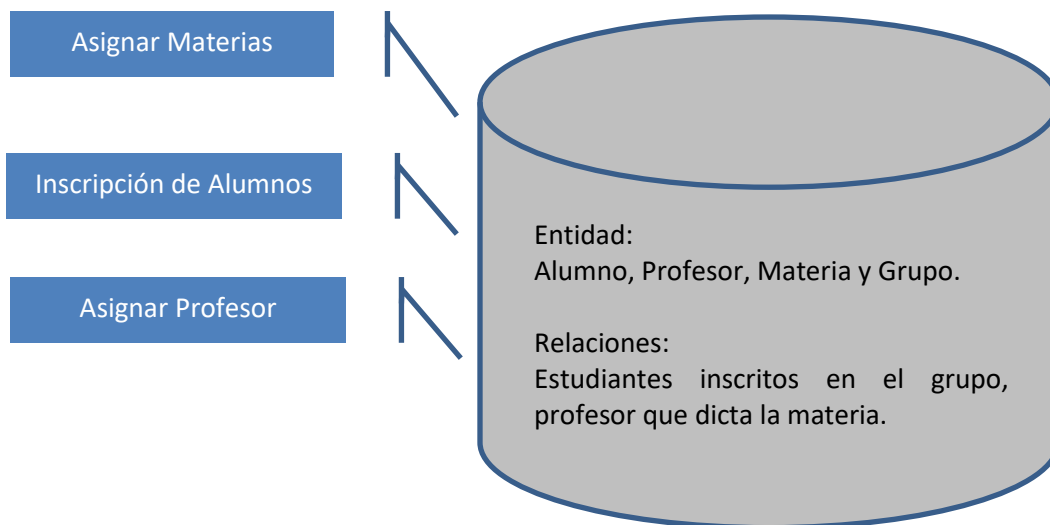


	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

almacenar, ya que el almacenamiento de estos es costoso y solo debemos de almacenar los necesarios. Que la información sea persistente no significa que no la podamos borrar, si esta deja de ser importante se puede borrar o archivar.

Compartir: Una base de datos se puede utilizar para diversos propósitos, desde proveer los datos para el cálculo de una nómina, como para almacenar el historial médico de un paciente. La base de datos permite compartir la información entre varias aplicaciones y permite que varios usuarios hagan uso simultaneo de la misma.

Interrelación: Nos permite relacionar los datos almacenados como entidades independientes con el fin de mostrar un cuadro completo que permita interpretarlos con facilidad. Una entidad es un conjunto de datos, que por lo general tratan sobre un tema particular, las entidades pueden tener datos como nombres, apellidos, teléfonos, departamentos, etc. Las relaciones en una base de datos nos permiten vincular diferentes entidades y darles un contexto. Un ejemplo de esto puede ser vincular la entidad persona con otra entidad historia médica (Mannino, 2007).



**Ilustración 15.** Base de Datos Escolar  
Ilustración simplificada de una base de datos escolar.

Nota: Las palabras alrededor de la base de datos representan los procedimientos que esta utiliza.

La base de datos escolar contiene información sobre los alumnos, profesores, materias y grupos. Esta base de datos incluye procedimientos como el de asignar materias, inscripción de alumnos y asignación de profesores. Las relaciones responden preguntas como ¿Qué estudiantes están inscritos en determinado grupo? ¿Qué profesor dicta determinada materia?

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

## 3 METODOLOGÍA

El software de gestión de pesadoras dinámicas se realizó en cuatro fases: la primera fue la fase de especificación, la segunda la modelamiento y codificación, la tercera la fase de pruebas, y por último la fase salida a producción o implementación. En la primera fase de especificación se levantó toda la información inherente a la aplicación, así como son los requerimientos y características requeridas por el cliente. En la segunda etapa y de acuerdo a la fase de especificación, se hizo el modelamiento del software y se realizó su codificación. En la tercera etapa se realizaron las pruebas de software pertinentes para garantizar su fiabilidad y óptimo desempeño. Estas se realizaron a nivel de laboratorio y a nivel de campo. Por último, se puso en marcha el software en la línea de producción.

El software que se desarrolló e implementó, hizo uso de la metodología de prototipos, en la cual se crearon los formularios pertinentes para dicha aplicación, con su respectiva base de datos. Esto permitió al cliente o evaluador la revisión de cada etapa del software y realizar sobre esta las mejoras o correcciones necesarias.

Para el desarrollo de este proyecto se plantearon las siguientes estrategias las cuales serán desarrolladas posteriormente en el capítulo 4.

### 3.1 Identificación de requerimientos

La estrategia seleccionada para el levantamiento de los requerimientos fue a través del método de la entrevista, ya que el cliente conoce muy bien sus necesidades y pudo delimitar adecuadamente el alcance y funcionalidades del sistema de información que se desarrolló. La entrevista se diseñó para indagar en el funcionamiento detallado del sistema actual, con el fin de conocer sus funciones, fortalezas y debilidades, para así tener una idea clara y detallada de las funcionalidades mínimas a implementar, dado que el sistema de información a diseñado e implementado debía de poseer exactamente las mismas funcionalidades además de agregar los módulos adicionales requeridos por el cliente.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

Adicionalmente se tuvo acceso al software anterior, de forma que se pudieron obtener datos empíricos acerca de su funcionamiento y como los usuarios interactuaban con él, brindándonos un punto de partida para mejorar la interfaz y usabilidad en el sistema de información implementado.

No solo era suficiente conocer el software anterior, si no también conocer las particularidades de la plataforma de hardware donde se ejecutaba, por lo cual se definió realizar una visita al campo para observar cada uno de los aspectos que constituyen el equipo y poder diseñar una tabla que permita resumir con claridad las características de este. El conocimiento de cada aspecto del equipo fue importante para poder diseñar un sistema de información que se ajuste a las necesidades actuales del cliente.

### 3.2 Especificación del sistema

El software que controlaba las pesadoras dinámicas del horno 9 no contaba con soporte técnico, no poseía documentación alguna, no era posible implementar nuevas funcionalidades, no contaba con una interfaz de operación amigable y no permitía realizar parametrizaciones como son la selección del puerto de la pesadora, etc. La solución que se planteo fue crear un sistema de información que permitiera gestionar el hardware instalado (pesaje dinámico), permitiendo hacer lo que el software pasado hacia y al mismo tiempo ofrecer nuevas funcionalidades como son la gestión de recetas, gestión de peso con rechazo parametrizable bajo condiciones de peso alto o bajo, generación de informes por turno acerca del comportamiento de la variable peso del producto, almacenamiento en base de datos de las medidas tomas durante el turno y la capacidad de exportarlas a otro formato.

### 3.3 Diseño

Las metodologías que se emplearon para el desarrollo del sistema de información fue la de prototipos e incremental, dado que se requería por parte del cliente de un modelo inicial funcional para entrar en producción, para luego implementar las funcionalidades que se requieren dentro del proceso productivo. Estas metodologías de desarrollo se plantearon como las más adecuadas basados en el concepto expresado por (Pressman, 2010) en donde enuncia que los modelos evolutivos permiten implementar funcionalidades críticas para el proceso, en donde se suplirían las necesidades más inmediatas de los

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

clientes, para luego con una menor presión desarrollar las funcionalidades requeridas y llegar a un sistema completo que cumpla con todos los requerimientos.

El primer prototipo fue capaz de realizar mediciones de peso y de acuerdo a los parámetros preestablecidos rechaza o acepta el producto.

Las siguientes iteraciones respondieron a los requerimientos exigidos por el cliente, hasta alcanzar todos los objetivos propuestos.

Dadas las metodologías seleccionadas, se planteó la elaboración de tres prototipos antes de la implementación final del sistema de información. Cada prototipo implementó de forma gradual los requerimientos identificados tras el análisis de la entrevista con el cliente hasta llegar al prototipo final.

### 3.4 Implementación del software

En la implementación del software se definió que tanto el modelamiento, el desarrollo y el informe final serían elaborados siguiendo las exigencias planteadas por el asesor metodológico.

Se decidió emplear UML para el modelamiento del sistema información con el fin de desarrollar un software con los más altos estándares de calidad que permita una fácil mantenibilidad en el futuro dado que cualquier desarrollador a través de los artefactos o diagramas que nos entrega esta metodología o herramienta de modelado puede entender fácilmente y abordar el problema de forma mucho más fácil sin tener que entrar a analizar el código fuente de la aplicación. Este estándar nos permitió ofrecer una alta mantenibilidad en el software y del mismo modo permitió desarrollar una aplicación de mayor calidad y con una menor cantidad de errores. El proceso de documentación que ofreció esta metodología sirvió también para diseñar todo tipo de mejoras o pruebas que a la final llevaron a ofrecer un software de alta calidad con tiempo de desarrollo reducidos buscando satisfacer cada una de las necesidades del cliente los modelos elaborados. Utilizando esta metodología le permitió también entender al cliente lo que se iba a desarrollar y permitió mostrar a tiempo otras necesidades que en el proceso de levantamiento de requerimientos no se hubieran identificado. Los artefactos o elementos visuales suministrados por esta

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

metodología pueden ser entendidos incluso por personas que no conocen nada del desarrollo de aplicaciones.

Para el desarrollo del software se seleccionó la metodología de prototipos dado que intervienen muchos usuarios en el desarrollo y fue importante identificar cada uno de los requerimientos de ellos para poder cumplir a cabalidad con el desarrollo del sistema información deseado. Se Identificó que el desarrollo puede estar embarcado en el modelo de prototipos dado que sirve para entregar un producto parcial que permita identificar la totalidad de los requerimientos funcionales. Durante el desarrollo del Software se implementaron varios prototipos tratando de abarcar varios aspectos que fueron importantes para facilitar tanto la funcionalidad como la calidad del software. El primer prototipo buscó evaluar la funcionalidad de la navegabilidad de los formularios para facilitar la operación del sistema de información con una interfaz táctil. Otro aspecto que se buscó validar con la implementación de los prototipos fue la funcionalidad de los módulos encargados de gestionar las recetas, usuarios, informes y la interfaz para poner en operación o detener la operación del sistema de información. En cuanto a la clasificación de producto (paquetes) que cumplan o no con los requerimientos de calidad establecidos a través de la parametrización de cada producto.

Los datos resultantes de las mediciones de peso, fueron almacenados en una base de datos SQL server express, la cual se encarga de gestionar todos los datos de pesaje, así como las estadísticas de rechazos generados por turnos. Esta base de datos permite almacenar la información de forma eficiente, garantizando la integridad de la información.

En el apartado de la interfaz de usuario, esta está íntegramente desarrollada en el diseñador de formularios de la suite de visual estudio, utilizando para ello la plataforma .NET y el lenguaje de programación visual C#. Los formularios tienen el aspecto de cualquier aplicación desarrollada para la plataforma Windows.

Para realizar la medición de peso el software se conectó con una balanza electrónica conectada a través del puerto rs232 del equipo. Esta envía una medición por cada paso de producto. El software es el encargado de decidir si el producto se encuentra dentro de las especificaciones o no, y realiza la expulsión

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

de este en consecuencia. Para realizar la expulsión el software gestiona una tarjeta de entradas y salidas acoplada al puerto PCI del sistema.

Para gestionar las diferentes piezas de hardware involucradas se usan las librerías suministradas por cada fabricante.

### 3.5 Pruebas

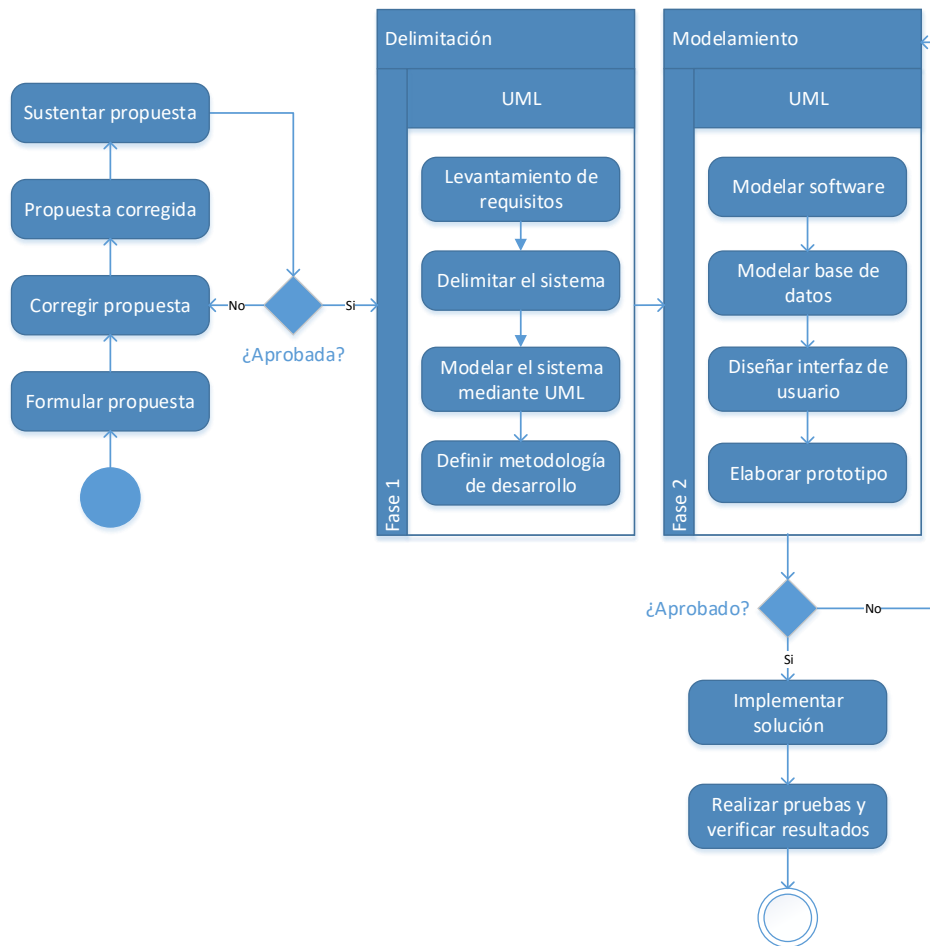
De acuerdo al modelado, al diseño y a la implementación final, se procedió a definir un modelo de pruebas adecuado, teniendo en cuenta una planeación previa del proceso, con un diseño previo de los casos de prueba necesarios para garantizar que todos los aspectos del sistema de información sean adecuadamente probados y así garantizar el cumplimiento de los requisitos del software. De acuerdo a la ejecución de las pruebas y a los datos obtenidos, se evaluaron los resultados teniendo en cuenta todos los parámetros de calidad, estabilidad del software y obtención de los objetivos propuestos.

Las pruebas se diseñaron de acuerdo al modelado del software, y se realizaron a través de todo el proceso de desarrollo del sistema de información. Estas se hicieron a nivel de módulo alimentándolo con una serie de datos de prueba especialmente diseñados para su funcionamiento. Al culminar el desarrollo de todos los módulos se integraron para dar forma al sistema de información. A este se le realizaron pruebas con datos especialmente diseñados para este caso y finalmente se procedió a alimentarlo con datos provenientes del sistema real. Al validar que el sistema cumple con todos los requisitos y objetivos plateados se sacó a producción.


### 3.6 Diagrama de actividades

Por medio de este diagrama se presentó el flujo secuencial de las actividades a realizar, comenzando desde la formulación de la propuesta, hasta llegar a la realización de pruebas y verificación de resultados de la solución implementada. De la aprobación de actividades específicas como: sustentación de la

propuesta y la elaboración del prototipo depende un flujo sin contratiempos en el avance de las actividades que intervienen en el sistema.



**Ilustración 16** Diagrama de Actividades de la Metodología del Proyecto

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

### 3.7 Cronograma de Actividades

Este proyecto se realizará en aproximadamente 20 semanas. En la próxima figura se detallan las actividades a realizar:

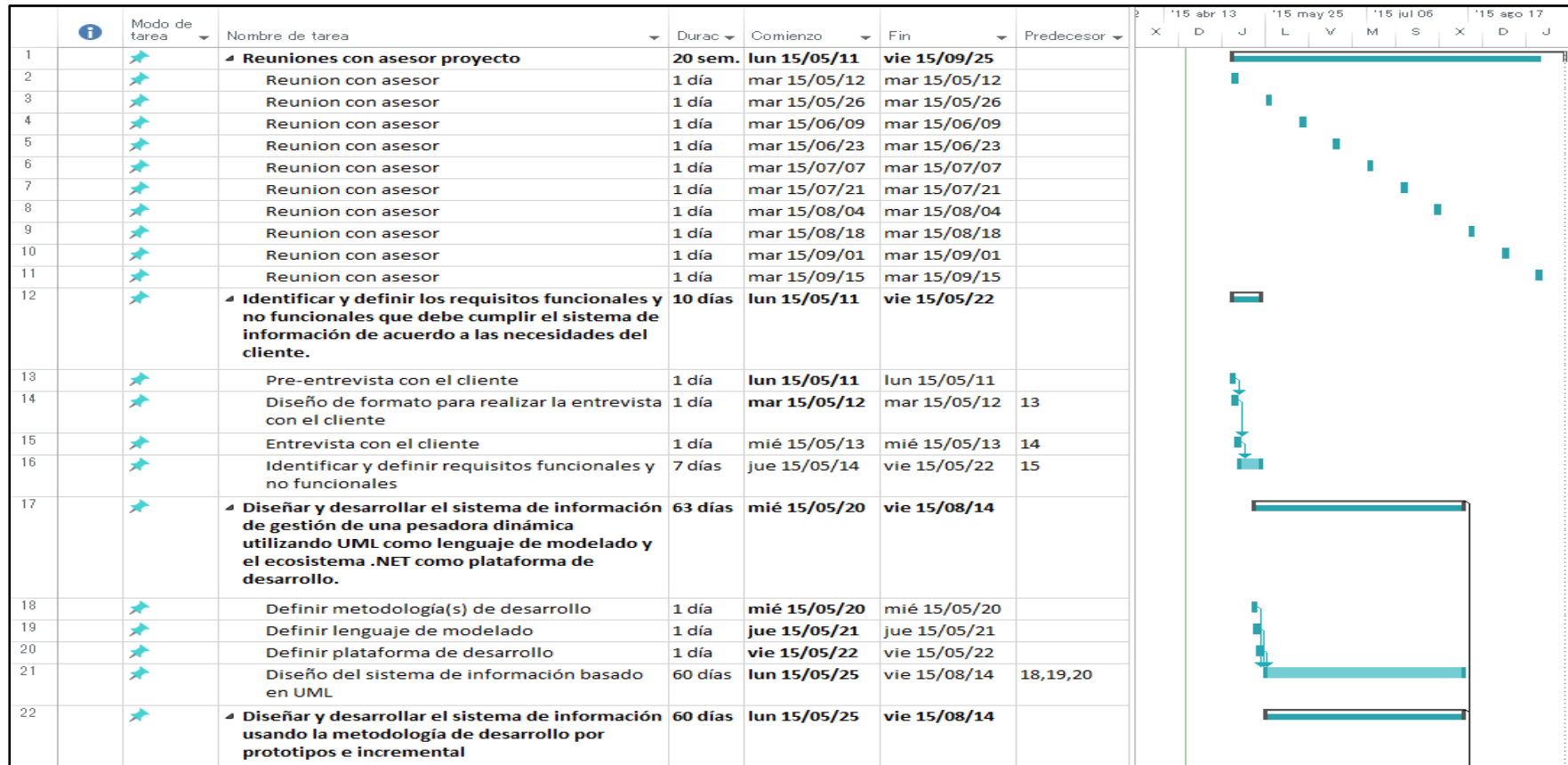


Tabla 1. Cronograma de actividades del Proyecto (Actividades 1-22)



23	✦	Diseño y desarrollo 1er proptotipo	15 días	lun 15/05/25	vie 15/06/12			
24	✦	Diseño y desarrollo 2do proptotipo	15 días	lun 15/06/15	vie 15/07/03	23		
25	✦	Diseño y desarrollo 3er proptotipo	15 días	lun 15/07/06	vie 15/07/24	24		
26	✦	Diseño y desarrollo sistema de información final	15 días	lun 15/07/27	vie 15/08/14	25		
27	✦	✦ Diseñar y desarrollar una base de datos relacional para el almacenamiento de datos históricos, productos, recetas y usuarios de la línea de producción.	45 días	lun 15/06/15	vie 15/08/14			
28	✦	Diseño y desarrollo de BD relacional para 2do prototipo	15 días	lun 15/06/15	vie 15/07/03			
29	✦	Diseño y desarrollo de BD relacional para 3er prototipo	15 días	lun 15/07/06	vie 15/07/24	28		
30	✦	Diseño y desarrollo de BD relacional final	15 días	lun 15/07/27	vie 15/08/14	29		
31	✦	✦ Desarrollar un sistema de reportes de acuerdo a las exigencias del cliente y a la información almacenada en la base de datos.	30 días	lun 15/07/06	vie 15/08/14	28		
32	✦	Diseño y desarrollo de sistema de reportes para el 3er prototipo	15 días	lun 15/07/06	vie 15/07/24	28		
33	✦	Diseño y desarrollo de sistema de reportes final	15 días	lun 15/07/27	vie 15/08/14	32,29		
34	✦	Pruebas del software	20 días	lun 15/08/17	vie 15/09/11	33		
35	✦	Elaboración del informe final	20 días	lun 15/08/17	vie 15/09/11	27,31,22,17		
36	✦	Correcciones y entrega	10 días	lun 15/09/14	vie 15/09/25	35		

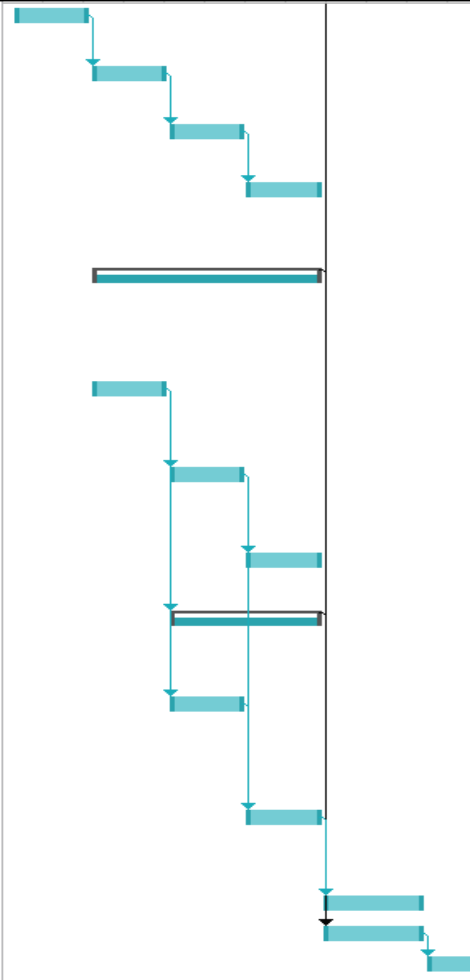



Tabla 2. Cronograma de Actividades del Proyecto (Actividades 22 - 36)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

## 4 DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

Tras realizar una visita para analizar cuál era las necesidades del cliente y luego de conocer algunos detalles del proceso. Realizamos una reunión para definir cuál era la metodología más apropiada en el levantamiento de requerimientos funcionales y no funcionales y con esta brindar una solución óptima que supla todas las necesidades del cliente.

Entre las metodologías actuales para el levantamiento de requerimientos y basados en los planteamientos y recomendaciones de (Kendall & Kendall, 2011). Se analizaron como posibles candidatas las técnicas de lluvia de ideas, análisis de documentos, grupos de focos, análisis de interfaz, entrevistas, observación, prototipados y cuestionarios. En principio recurrimos al método de la documentación para hacernos una idea clara y concisa de los sistemas y mecanismos con los cuales íbamos a interactuar, esta información fue buscada en el archivo técnico de la compañía, pero solo se encontró los diagramas esquemáticos de los sistemas de control, mas no se encontró documentación alguna sobre el software que administra o gestione el sistema de pesaje en línea. Dado que no había información sobre este software y el foco de este trabajo de grado es el diseño y desarrollo de un sistema de información para la administración de un proceso de pesaje en línea decidimos desestimar o no utilizar esta técnica.

Para levantar la información se propuso crear un grupo interdisciplinar conformado por coordinadores, operarios y técnicos que estuvieran en contacto permanente con el sistema actual. Con este grupo de personas se pretendía levantar la información necesaria para la creación del sistema. Lamentablemente la organización no podía suministrar el tiempo de las personas necesarias debido que no había personal suficiente para realizar los reemplazos de los roles respectivos durante el tiempo necesario. Tras esto llegamos a un acuerdo en donde la organización suministra el personal durante al menos dos horas en el puesto de trabajo para levantar la información necesaria. Dado a esta limitante podíamos escoger entre el método de la entrevista o cuestionarios para levantar la mayor cantidad de información necesaria en el tiempo dado. Se

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

seleccionó el método de la entrevista ya que es mucho más flexible que el método del cuestionario y nos permite dar más profundidad a muchos aspectos.

Para el diseño y realización de la entrevista se plantearon los siguientes objetivos:

- Conocer el proceso que se va a trabajar
- Identificar cada una de las etapas del proceso
- Indagar en cada una de las etapas del proceso para conocer su funcionamiento.
- Identificar los actores que intervienen en el proceso
- Identificar los roles de los usuarios.
- Conocer las responsabilidades de cada uno de los usuarios.
- Conocer cómo interactúan los usuarios en cada etapa del proceso.
- Identificar los ajustes necesarios para realizar y asegurar el proceso.
- Identificar los requerimientos de información de cada usuario.
- Identificar los datos que necesita el proceso para operar.
- Identificar los datos que arroja el proceso.
- Conocer las expectativas y necesidades de los usuarios de cara al proceso.
- Identificar en que infraestructura se soporta el proceso (métodos, hardware, software).
- Conocer que leyes o normas rigen el proceso.

Luego de definir los objetivos de la entrevista se diseñó un formulario. Ver tabla 3. En el cual se consolidaron las preguntas a realizar durante la entrevista.

**Tabla 3.** Formulario para entrevista con el cliente

1	¿En qué consiste el proceso de pesaje dinámico?
2	¿Qué etapas componen este proceso?
3	¿Puede mencionar las generalidades de cada una de las etapas del proceso de pesaje dinámico?
4	¿Puede mencionar las particularidades de cada una de las etapas que componen el proceso de pesaje dinámico?
5	¿Cuál o cuáles de las etapas es más importante y por qué?
6	¿Cómo interviene en el proceso de pesaje dinámico?
7	¿Qué funciones desempeña dentro del proceso de pesaje?
8	¿Cuáles son sus responsabilidades de cara al proceso de pesaje dinámico?
9	¿Cómo interactúa con el proceso de pesaje?

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

10	¿Cómo afecta o influye en cada etapa del proceso de pesaje?
11	¿Qué tipo de ajustes requiere el proceso de pesaje?
12	¿Qué ajustes realiza usted al proceso de pesaje?
13	¿Estos ajustes son necesarios?, ¿por qué?
14	¿Cuál o cuáles son los ajustes más críticos que usted realiza? Explíquelos.
15	¿Qué información requiere del proceso de pesaje?
16	¿De la información que requiere, cual es la más importante y por qué?
17	¿Qué información necesita para poner en marcha el proceso de pesaje dinámico?, ¿de dónde obtiene esta información?
18	¿Qué datos o información debe ingresar o son necesarios para proceso de pesaje?
19	¿Qué debilidades u oportunidades se evidencian en el proceso de pesaje dinámico?
20	¿En qué medios se soporta el proceso de pesaje dinámico (formatos, equipos, programas)?
21	¿Qué normas o estándares rigen este proceso?
22	¿Qué validaciones se hacen en el proceso según estas normas o estándares?

Durante el método de la entrevista se realizaron tanto preguntas abiertas como cerradas para analizar a fondo particularidades ya detectadas e indagar en la particularidad detalles que se hayan escapado en escenarios anteriores en el levantamiento de información. Por consiguiente, luego de realizar la entrevista a Víctor Calle (Coordinador de Metrología de Compañía de Galletas Noel S.A.S), Antony Flórez (Operario de Producción), y Ferley Soto (técnico de aseguramiento metrológico) se hizo el siguiente análisis.

#### 4.1 Análisis de entrevista.

De los datos obtenidos de las entrevistas se pudo extraer información relevante de cara al diseño del sistema de información. Esta información nos dio claridad acerca de las necesidades que tenían a nivel de la dirección media y de la alta gerencia con relación a este proceso, además de que nos

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

clarificó el funcionamiento general del sistema de pesaje dinámico. Las respuestas brindadas por los entrevistados se plantean en **el apéndice A** (preguntas para la entrevista con el cliente).

- En primera instancia se evidenció la necesidad de crear un sistema de información robusto, que pudiera operar las 24 horas del día, durante los siete días de la semana y durante las 52 semanas del año.
- El sistema deberá trabajar sobre el hardware actual instalado en la compañía, y debería poder adaptarse a cambios en la arquitectura del mismo de ser necesario. La interacción con el sistema en todo momento se debía realizar a través de una pantalla táctil, tanto para procedimientos de mantenimiento como de operación.
- La instalación del sistema de información deberá poder ser realizada por personal con conocimientos básicos en el manejo de sistemas y en la medida de lo posible debería ser desatendido, con lo cual se busca un rápido restablecimiento en caso de que se presentara cualquier eventualidad.
- El sistema debe manejar varias referencias de producto, cada una con la posibilidad de ingresar unos parámetros como lo son un peso neto, un peso bruto, una tara, un límite de peso superior y un límite de peso inferior. Es necesario que estos valores puedan ser actualizados a voluntad durante cualquier momento del proceso.
- Los productos se deben poder cargar, crear, modificar o eliminar durante cualquier etapa del proceso.
- Los productos que se encuentren por fuera de las especificaciones dadas deben de ser retirados del proceso productivo.
- La pesadora intrínsecamente es capaz de auto calibrarse, pero es necesario disponer de una interfaz que permita que el personal encargado pueda hacer ajustes de forma dinámica o estática. Adicionalmente se debería poder conocer el estado de la pesadora en cualquier momento. Las operaciones de calibración por su complejidad y alcance del equipo solo deberían estar al alcance del personal técnico.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

- La gestión de informes debe contemplar variables determinantes como los comportamientos del peso en franjas de tiempo específico, y adicionalmente conocer el comportamiento de la producción como lo son los paquetes que pasaron, los que estaban por encima de su peso y los que estaban con bajo peso. Esta información debe poder extraerse por medio de un archivo plano o a través de la red. También se pide que el programa pueda ofrecer información a otros sistemas de información como el SAP.
- La compañía no va invertir en hardware adicional para poner a punto el sistema de pesaje, razón por la cual se debe utilizar el hardware instalado actualmente en el sistema de la pesadora dinámica.
- Los equipos están sometidos a una operación continua durante toda la semana, las 24 horas del día, ya que son un punto crítico de control del proceso, por lo cual se debe garantizar su confiabilidad.
- Establecer un control de acceso a usuarios con un sistema de trazabilidad, que permita saber en qué momento se realizó la modificación de algún parámetro, y quien fue la persona que realizo dicha modificación. El sistema de control de acceso permitirá asignarle diferentes niveles de privilegio a un usuario, con el fin de asegurar que actué sobre los parámetros propios de su rol.
- EL sistema debe ser adaptable y flexible en cuanto a la necesidad de manejar varios tipos de productos con diferentes parámetros. Dado esto es necesario el desarrollo de un módulo de gestión de productos que permita manejar parametrización independiente para cada producto. Este sistema debe permitir un control intuitivo y rápido, que permita realizar los cambios de referencia en segundos. Entre las operaciones de este módulo se identifica la necesidad de crear, modificar y eliminar productos. A su vez cada producto debe permitir el introducir información referente a la tara, el peso neto, los límites superior e inferior.
- En el apartado de ajuste de la pesadora, los técnicos realizan dos tipos de ajustes. Uno de ellos es el ajuste dinámico, en el cual deben de modificar una constante que permite ajustar la desviación al medir un producto en movimiento, con un valor de referencia medido de

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

forma estático. El valor ajustado requiere un grado de precisión muy alto y maneja a lo menos seis cifras decimales para su ajuste.

- Para el ajuste estático de la pesadora, el sistema debe permitir hacer el ajuste del valor cero de la pesadora, en el cual, esta tomara el peso en vacío de los componentes que la componen y lo establecerá como el punto de referencia. Luego con un peso conocido de 1000 gramos se le indicara a esta que se autoajuste para esa cantidad de masa. El sistema de información debe brindar una interfaz adecuada para este ajuste, y solo debe permitir que se realice a personal con el nivel de acceso establecido.
- El sistema de información deberá almacenar a buen recaudo toda la información, tanto las referencias y parametrización propia de cada producto, como los datos estadísticos propios del proceso. Es importante llevar un control exacto de las variables de peso, de producto conforme y producto no conforme por referencia de producto. Con base en esta información el sistema deberá entregar reportes donde se pueda observar la variación del peso de una referencia específica, así como también indicar la cantidad de producto conforme, con bajo peso, con peso alto y que cantidad de producto fue rechazado. Es importante que toda la información que de almacenada en una base de datos.
- La información generada en los reportes se debe poder extraer por medio de un archivo con el fin de hacer análisis con software especializado, o alimentar otros sistemas de información.

Aparte de la información obtenida con las entrevistas se realizó un trabajo de campo en el cual se pudo identificar las particularidades del sistema y cuáles son las expectativas y necesidades de cara al usuario final. Se hace énfasis especial en la facilidad de uso e instalación como una de las características indispensables en la solución desarrollada.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

## 4.2 Análisis del hardware instalado (visita a campo).

Previo a la visita a campo se plantearon preguntas con el fin de determinar con precisión las características del hardware instalado en los equipos de pesaje. Las preguntas puntuales se plantean en el apéndice B (Preguntas para la visita a campo). El análisis de las respuestas obtenidas se detalla a continuación.

El hardware con el que cuentan estos equipos, según lo que aparece en la ficha técnica de la información que tiene documentada la compañía con respecto a estos equipos y en la observación y análisis de campo realizado. Se obtuvo la siguiente información:

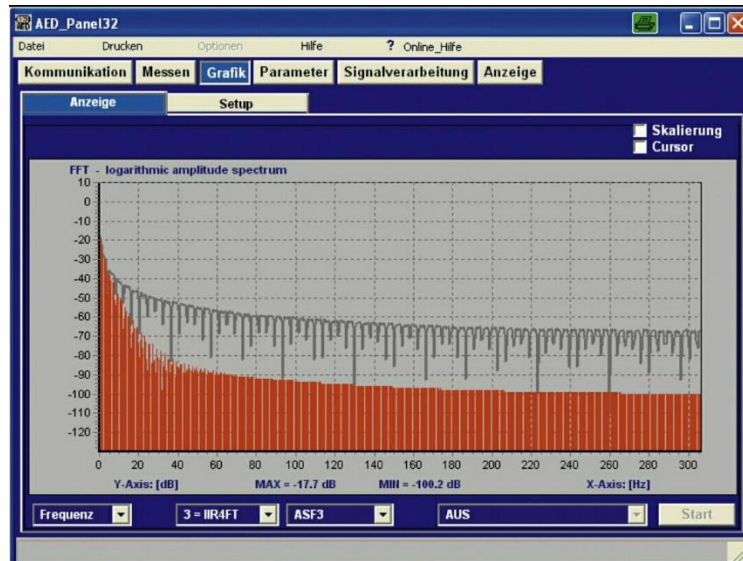
- El equipo posee procesadores Intel celeron a 1.8Ghz. Cuentan además con configuraciones de 512 y 1024Mb de memoria RAM instalada.
- La capacidad de almacenamiento instalada es de 250Gb en un solo disco duro con conexión SATA.
- Los equipos instalados actualmente y dada su configuración solo soportan como máximo Windows XP.
- El sistema cuenta con una tarjeta de entradas y salidas de 24 I/O National Instruments PCI-6503. Con esta tarjeta controla un transportador de desvío que se encarga de retirar el producto de la línea de control cuando el programa de usuario se lo indica. De las 24 salidas el sistema en esencia solo emplea una. Las salidas manejan voltajes de niveles TTL de 5vdc.
- El sistema se vale de una pantalla táctil genérica de tecnología resistiva, la cual va conectada al ordenador a través de una conexión RS232. Como el computador solo tiene un puerto serie, la conexión de esta se realiza a través de un conversor genérico de serial-USB.
- La pantalla de operación cuenta con una resolución máxima de 640x480 pixeles, lo cual hace necesario adaptar las interfaces para dicha resolución.
- La balanza dinámica se conecta al ordenador a través de una interfaz serial Rs232 o Rs485. De acuerdo a la distancia donde está instalada se usa un protocolo u otro. En este caso hay



	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

una balanza RS232 y otra RS485. Las balanzas con tecnología RS485 emplean un conversor genérico de Rs485 a RS232 instalado para poder conectarse al puerto serial del ordenador.

- Las balanzas se calibran con un software propietario llamado AED\_Panel32, que es provisto por HBM que es el fabricante de las balanzas dinámicas. En la ilustración 17 se puede ver este software. El cual realiza los ajustes de ingeniería necesarios para tratar los formatos de conexión, el tratamiento de ruido en la señal y la escala de medición. Esta configuración solo lo realiza personal experto y no está al alcance ni de los técnicos ni de los operarios. Desde el software actual se pueden realizar las operaciones de calibración estática y dinámica de la balanza, pero para los ajustes más complejos, es necesario la utilización del programa provisto por el fabricante.



**Ilustración 17.** Software para ajuste de balanza HBM.  
Imagen recuperada de <https://www.hbm.com>

- Los transportadores de la pesadora funcionan con un par de motores de 24 voltios de corriente continua, estos están controlados por un sistema de control sencillo conformado por una fuente de alimentación, un par de contactores y un suiche de muletilla para su encendido y apagado.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

A partir de los análisis se definieron los siguientes requerimientos con el fin de tener clara la funcionalidad que debe de tener el sistema y los puntos o aspectos necesarios que se deben de cumplir para suplir las necesidades del cliente.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

### 4.3 Requerimientos funcionales.

Luego de la realización de la entrevista y el levantamiento de información en campo se realizó un análisis de la información, dando como resultado los siguientes requerimientos funcionales:

- El sistema debe contar con un módulo de gestión de roles para la asignación de alcances de los usuarios del sistema.
- El sistema de información debe almacenar información y parametrización básica de cada producto que se maneje en la línea de producción.
- De cada producto se debe almacenar el nombre, peso neto, peso bruto, tara, límite superior porcentual, límite inferior porcentual, límite superior absoluto, límite inferior absoluto.
- Toda la información de los productos debe ser almacenada en una base de datos.
- Los productos deben poder ser creados, modificados y eliminados.
- Se debe poder seleccionar un producto a la vez.
- El sistema debe recibir información de peso proveniente de la pesadora.
- Todas las mediciones de la pesadora deben ser almacenadas en la base de datos.
- La información del peso debe ser comparada con los parámetros establecidos y determinar si el producto está dentro o fuera de especificaciones.
- El sistema debe controlar un transportador que desvíe o no el producto.
- El sistema debe permitir calibrar el factor dinámico de la pesadora.
- El sistema debe permitir el ajuste estático de la pesadora.
- La calibración de la pesadora debe estar restringida por contraseña.
- El sistema debe enviar la orden de retirar el producto.
- Los informes deben ser generados a partir de los datos almacenados.
- Los informes se deben acotar por lapsos de tiempo y por productos y en unidades de días.
- Se deben generar informes del comportamiento del peso y del conteo de paquetes (dentro y fuera de especificaciones).
- Los informes deben generar una tabla con los datos consolidados del peso, rechazos y número de paquetes en el lapso de tiempo dado.
- El usuario debe seleccionar el tipo de información contenida en el informe.
- Los informes deben mostrar la información de referencia del producto, para analizar el comportamiento de la variable de acuerdo al estándar.
- Se deben exportar datos en archivos separados por comas o en formato XML.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

#### 4.4 Requerimientos no funcionales

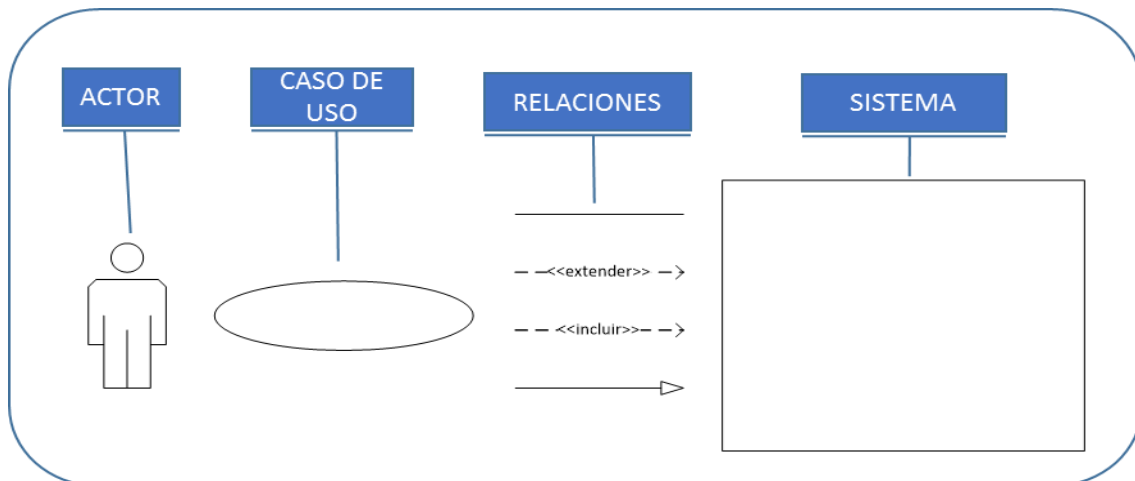
- El sistema de información actual debe correr en Windows Xp y superiores.
- El sistema de información debe funcionar completamente en el hardware actual instalado en la compañía (procesador celeron, 1gb de ram, 250gb de disco duro, monitor 640x480).
- El sistema debe generar una señal de salida usando una tarjeta de entradas y salidas National instruments.
- La pesadora debe conectarse usando el protocolo rs232/rs422/rs485.
- La interacción con el sistema de información debe ser por medio de una pantalla táctil, que está conectada al pc a través del puerto serial.
- La interacción con el sistema de información debe ser a través de una pantalla táctil.
- El sistema debe operar 24/7/365 de forma ininterrumpida.
- El sistema debe ser multiusuario y solo debe operar uno a la vez.
- Todos los datos deben ser almacenados en una base de datos.

Producto del análisis de las entrevistas, del análisis del hardware instalado y de acuerdo a los requerimientos funcionales y no funcionales identificados, se hace la definición y realización de los casos de uso. a continuación de estos se encuentran ubicados los diagramas de clase y diagramas de secuencia. Todo esto para llevar a cabo la implementación de UML con la finalidad de un mejor entendimiento de este trabajo.

## 4.5 Diagrama de Casos de uso

El modelado de casos de uso se realizó siguiendo los lineamientos como se proponen por (Kendall & Kendall, 2011). Por lo cual en primera instancia con el modelado de casos de uso describimos que hace el sistema sin entrar en detalle de como lo hace. También se presenta al sistema desde la perspectiva de un usuario fuera del mismo.

Los casos de uso se plantean a través de una representación gráfica y está desarrollada siguiendo la metodología de modelado UML, la cual está compuesta por uno o varios actores, casos de uso, relaciones y sistema. Los componentes gráficos de casos de uso se pueden visualizar en la siguiente ilustración (Ilustración 16).

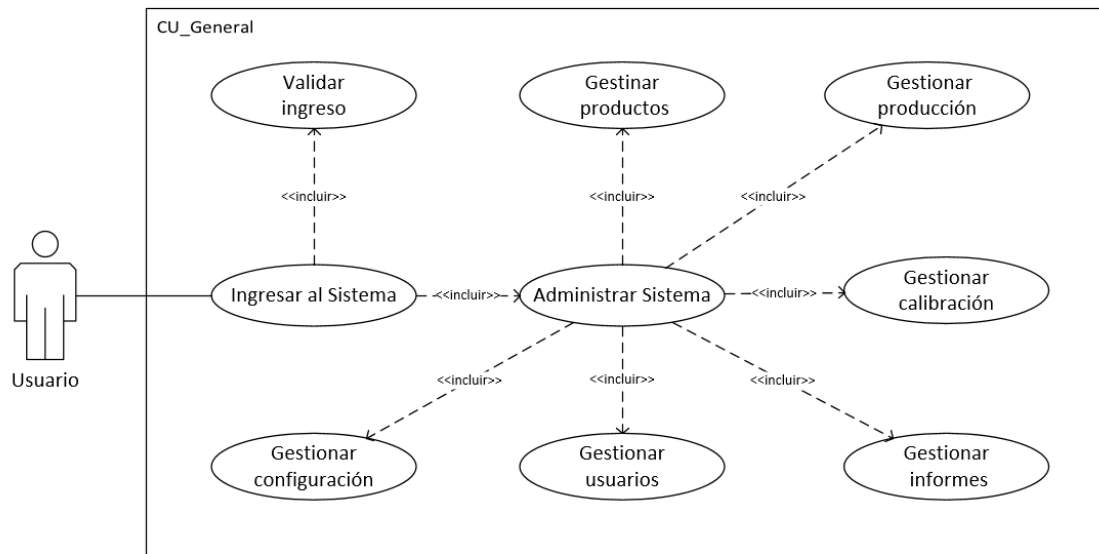


**Ilustración 18.** Componentes de diagrama de casos de uso.

En el diagrama de caso de uso general del sistema (Ilustración 17) está representada la interacción del usuario (actor) con el sistema CU\_General. Este actor está por fuera del sistema, pero tiene una relación de asociación con una tarea u operación del mismo (Caso de Uso), esta tarea u operación tiene como nombre Ingresar al sistema, que como su nombre lo dice, lo que hace es permitir el acceso o no al sistema. A su vez esta operación tiene relación con otras operaciones del sistema,

como lo son, validar usuario en bd y administrar el sistema. Si la información suministrada por el usuario en es correcta y validada en la base de datos. Este tendrá acceso a la administración del sistema. Esta operación tiene a su vez relación con otras operaciones, las cuales tienen como nombre gestionar producto, iniciar producción, calibrar factor dinámico, calibrar estática de pesadora, generar informe y gestionar usuarios.

Pasando de un nivel general a un nivel particular, las operaciones que tienen relación con la operación administrar sistema tienen su propio diagrama de casos de uso. Estos subniveles del diagrama de caso de uso general se pueden visualizar en el apéndice C (casos de uso del sistema).



**Ilustración 18.** Diagrama de Caso de Uso General.

Según Kendall et. Un escenario de casos de uso se divide en tres secciones: identificación e iniciación; pasos realizados; y condiciones, suposiciones y preguntas (Kendall & Kendall, 2011, pág. 40). Este escenario se ilustra a continuación en la tabla 3.

Identificación e Iniciación	<b>Nombre del caso de uso:</b>	
	<b>Área:</b>	
	<b>Actores:</b>	
	<b>Interesados:</b>	
	<b>Descripción:</b>	
Pasos Realizados	<b>Evento desencadenador:</b>	
	<b>Pasos realizados (Ruta principal).</b>	<b>Información de los pasos.</b>
	1.	
	2.	
	.	
Condiciones, Suposiciones y Preguntas	<b>Precondiciones:</b>	
	<b>Postcondiciones:</b>	
	<b>Suposiciones:</b>	
	<b>Garantía de éxito:</b>	
	<b>Garantía mínima:</b>	
	<b>Requerimientos cumplidos:</b>	
	<b>Cuestiones pendientes:</b>	
	<b>Prioridad:</b>	
<b>Riesgo:</b>		

*Tabla 4. Escenario de casos de Uso*

La primera sección (identificación e iniciación de casos de uso) Contiene:

- Nombre del caso de uso. Este nombre hace referencia a la actividad general planteada en el caso de uso. Por organización y fácil entendimiento al nombre se le anteponen las letras CU en mayúsculas, las cuales hacen referencia a “Caso de Uso”. La separación entre estas letras y el nombre se da con “\_” (under line), al igual que el nombre cuando es compuesto por más de una palabra.
- Área: Lugar donde se aplica o pertenece el caso de uso.
- Actores: Los actores involucrados y que intervienen en el caso de uso.
- Interesados: Los interesados tienen gran nivel de interés en el caso de uso. Los interesados no tienen que interactuar de forma directa con el sistema, como los coordinadores de producción y coordinadores de metrología.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

- Descripción: Describe propiamente que hace el caso de uso.
- Evento desencadenador: Es lo que ocasiona que ocurra el caso de uso. Lo que se debe dar para desencadenar o iniciar el caso de uso.

La segunda sección de escenarios de casos de uso (pasos realizados) está conformada como su nombre lo dice por los pasos realizados y la información necesaria para cada uno de ellos. Esta sección describe secuencialmente identificado por números enteros cada paso realizado para completar con éxito el caso de uso.

La tercera sección (condiciones, suposiciones y preguntas) incluye los siguientes campos:

- Precondiciones o las condiciones que debe cumplir el sistema antes de darse el caso de uso, en ocasiones puede ser la culminación exitosa de otro caso de uso. Como ejemplo de esto sería para que se dé el caso de uso de crear producto, antes debe haber finalizado correctamente el caso de uso iniciar sesión.
- Postcondiciones o estado del sistema luego de darse el caso de uso. Aquí se incluye las transmisiones a otros sistemas, respuestas del sistema al usuario y datos creados, actualizados o borrados.
- Suposiciones que hacen que el usuario o sistema acuda a la necesidad de activar este caso de uso.
- Garantía de éxito es el cumplimiento a cabalidad del caso de uso. Aquí se consiga como queda el sistema o respuesta a usuario luego de cumplirse el caso de uso correctamente.
- Garantía mínima es lo mínimo que debe cumplir el sistema para poder activar y cumplir el caso de uso.
- Requerimientos cumplidos es aquel o aquellos requerimientos que se cumplen con la ejecución correcta y exitosa del caso de uso.
- Cuestión pendiente obedece a la respuesta que hay que atender antes de implementarse el caso de uso.



	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

- Prioridad indica los casos de uso que se deben desarrollar o ejecutar primero y de cuales se pueden postergar.
- En el riesgo se hace una ponderación que brinda claridad a cerca de la posibilidad de que surjan dificultades y problemas para ejecutar o implementar el caso de uso.

A continuación, se ilustran dos escenarios de casos de uso del sistema (tabla 4 y 5). Para este caso se ilustran los escenarios correspondientes al caso de uso crear producto y modificar producto, los cuales, en cumplimiento de los lineamientos planteados en la primera sección de escenarios de caso de uso, se escriben CU\_Crear\_Producto Y CU\_Modificar\_Producto. Estos casos de uso al igual que la totalidad de los escenarios de casos de uso que componen el sistema se encuentran en el apéndice C (Casos de uso del sistema).

En el escenario de casos de uso CU\_Crear\_Producto (tabla 4) el actor que interviene este sistema es el usuario, ya sea operario de producción o técnico de metrología. Los directamente interesados de que un producto sea creado es el coordinador de producción y coordinador de metrología.

En este caso de uso lo que se pretende es crear un producto donde se almacenen los parámetros apropiados para este. En el cual previamente tiene que haber ocurrido un evento que para este caso es dar click en la opción crear producto. Donde luego se pasa a realizar unos pasos específicos y secuenciales que llevan al cumplimiento de este del caso de uso específico.

La precondition para ejecutar este caso de uso es que el usuario haya ingresado al sistema, que tenga permiso para esta operación y que en el disco duro haya espacio suficiente para el almacenamiento del nuevo producto con relación a su nombre y parámetros específicos.

Las postcondiciones para este caso de uso es que se valide que no exista un producto con el mismo nombre y que los datos del producto estén dentro de los parámetros establecidos para el mismo.

Se supone que, si el usuario quiere crear un nuevo producto, es porque el producto no existe en el sistema.

Como garantía mínima en la creación de un nuevo producto es tener información necesaria y completa, es decir, el peso neto, peso bruto, tara, nombre, límite inferior y límite superior.

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

El requerimiento cumplido para este caso es agregar un nuevo producto.

<b>Nombre del caso de uso:</b> CU_Crear_Producto	
<b>Área:</b> línea de producción	
<b>Actores:</b> Usuario	
<b>Interesados:</b> Coordinador producción, coordinador metrología	
<b>Descripción:</b> Crear un producto donde se almacenen los parámetros designados para este.	
<b>Evento desencadenador:</b> Se hizo clic en el botón crear.	
<b>Pasos realizados (Ruta principal).</b>	<b>Información de los pasos.</b>
1. Se asigna un nombre al producto.	Se introduce un nombre descriptivo. No puede estar repetido, y si lo está el sistema mostrará un mensaje de error y no permite crear el producto
2. Se ingresa el peso neto.	Valor numérico
3. Se ingresa el peso bruto.	Valor numérico
4. Se ingresa la tara.	Valor numérico
5. Se ingresa el límite de peso superior.	Valor numérico
6. Se ingresa el límite de peso inferior.	Valor numérico
7. Se guarda el producto.	Si la información ingresada por el usuario es correcta, se almacena la información en la base de datos.
<b>Pre condiciones:</b> Tener espacio de almacenamiento disponible, que el usuario haya ingresado al sistema y tenga los permisos para realizar esta operación.	
<b>Post condiciones:</b> Validar que los datos del producto estén dentro de los límites, validar que no exista un producto con el mismo nombre.	
<b>Suposiciones:</b> El usuario necesita crear un producto que no está registrado en el sistema.	
<b>Garantía de éxito:</b> Que se haya ingresado el producto a la base de datos y que aparezca en la lista de productos.	
<b>Garantía mínima:</b> Que haya información suficiente para agregar un nuevo producto.	
<b>Requerimientos cumplidos:</b> Agregar un nuevo producto.	
<b>Cuestiones pendientes:</b>	
<b>Prioridad:</b> Alta.	
<b>Riesgo:</b> Medio.	

*Tabla 5.* Escenario de Caso de Uso Crear Producto

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

En el escenario de casos de uso CU\_Modificar\_Producto (tabla 5) el actor que interviene este sistema es el usuario, ya sea operario de producción o técnico de metrología. Los directamente interesados de que un producto sea creado es el coordinador de producción y coordinador de metrología.

En este caso de uso lo que se pretende es modificar un producto donde se almacenen los parámetros apropiados para este. En el cual previamente tiene que haber ocurrido un evento, que para este caso es dar click en la opción modificar producto. Donde luego se pasa a realizar unos pasos específicos y secuenciales que llevan al cumplimiento de este caso de uso específico.

La precondición para ejecutar este caso de uso es que el usuario haya ingresado al sistema, que tenga permisos para esta operación, que el producto a modificar exista y que el sistema no esté en modo de inicio de producción.

Las post condiciones para este caso de uso es que se modificó el producto y está disponible para su uso en producción y quedan registradas las modificaciones realizadas en la base de datos de auditoría, con usuario y fecha para una trazabilidad de cambios del sistema.

Se supone que el usuario quiere modificar uno o varios parámetros de un producto específico.

La garantía de éxito se da cuando se modifica el producto en alguno o algunos de sus parámetros y estas modificaciones son almacenadas en la base de datos de auditorías.

Como garantía mínima es que exista un producto al cual se le realicen modificaciones.

El requerimiento cumplido para este caso es modificar un producto específico.

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

<b>Nombre del caso de uso:</b> CU_Modificar_producto	
<b>Área:</b> línea de producción	
<b>Actores:</b> Usuario	
<b>Interesados:</b> Coordinador producción, coordinador metrología	
<b>Descripción:</b> Modificar un producto donde se almacenen los parámetros designados para este.	
<b>Evento desencadenador:</b> Se hizo clic en botón Gestión de Productos.	
<b>Pasos realizados (Ruta principal).</b>	<b>Información de los pasos.</b>
1. Seleccionar el producto a modificar.	Se selecciona el nombre del producto del listado de productos.
2. Seleccionar el parámetro a modificar.	Se puede modificar el peso bruto, la tara, el límite superior de peso, el límite inferior de peso, nombre del producto.
3. Dar clic en el botón guardar	Se almacenan las modificaciones en el producto
<b>Pre condiciones:</b> Que el usuario haya ingresado al sistema, que el producto a modificar exista, que el usuario tenga los permisos para modificar los productos.	
<b>Post condiciones:</b> Se modificó el producto y es posible utilizarlo en producción. Se almacena en la base de datos de auditoria los datos modificados, la fecha y el usuario.	
<b>Suposiciones:</b> El usuario necesita o desea modificar uno o más parámetros de un producto.	
<b>Garantía de éxito:</b> Que se haya modificado el producto almacenado en base de datos. Que se registren los cambios en la tabla de auditoria.	
<b>Garantía mínima:</b> Que exista un producto y que se le realicen modificaciones.	
<b>Requerimientos cumplidos:</b> Modificar un producto.	
<b>Cuestiones pendientes:</b>	
<b>Prioridad:</b> Alta.	
<b>Riesgo:</b> Medio.	

*Tabla 6.* Escenario de Caso de Uso Modificar Producto

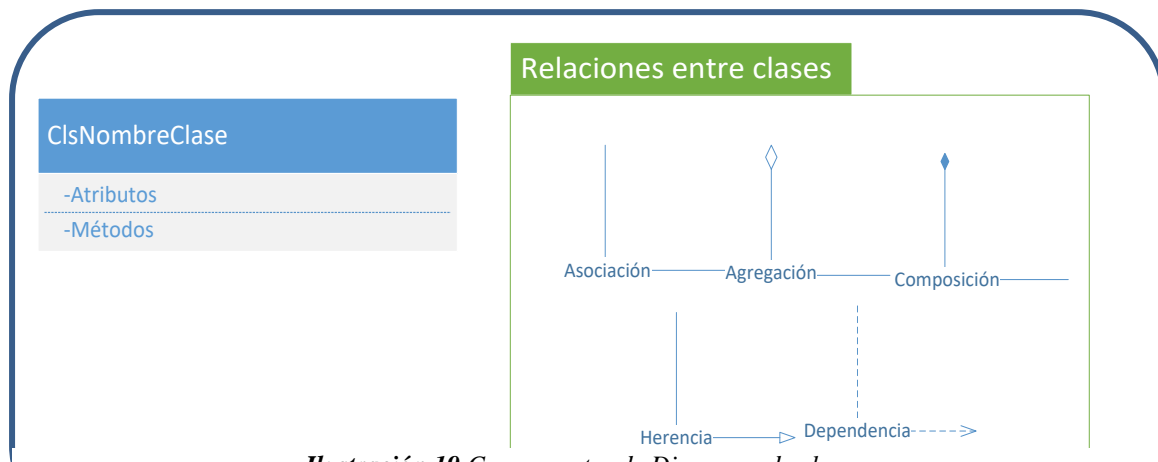
	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

## 4.6 Diagrama de Clases

Continuando con la implementación de la metodología UML (lenguaje de modelado unificado). Se presenta a continuación el diagrama de clases de este sistema *Ilustración 20*. El cual se realizó siguiendo los lineamientos de construcción de diagramas de clases planteado en (Kendall & Kendall, 2011) dando como resultado un diagrama de clases en el cual se muestran las relaciones entre las clases y sus tipos de relaciones. Entre las cuales existen relaciones de asociación, agregación, uso y herencia.

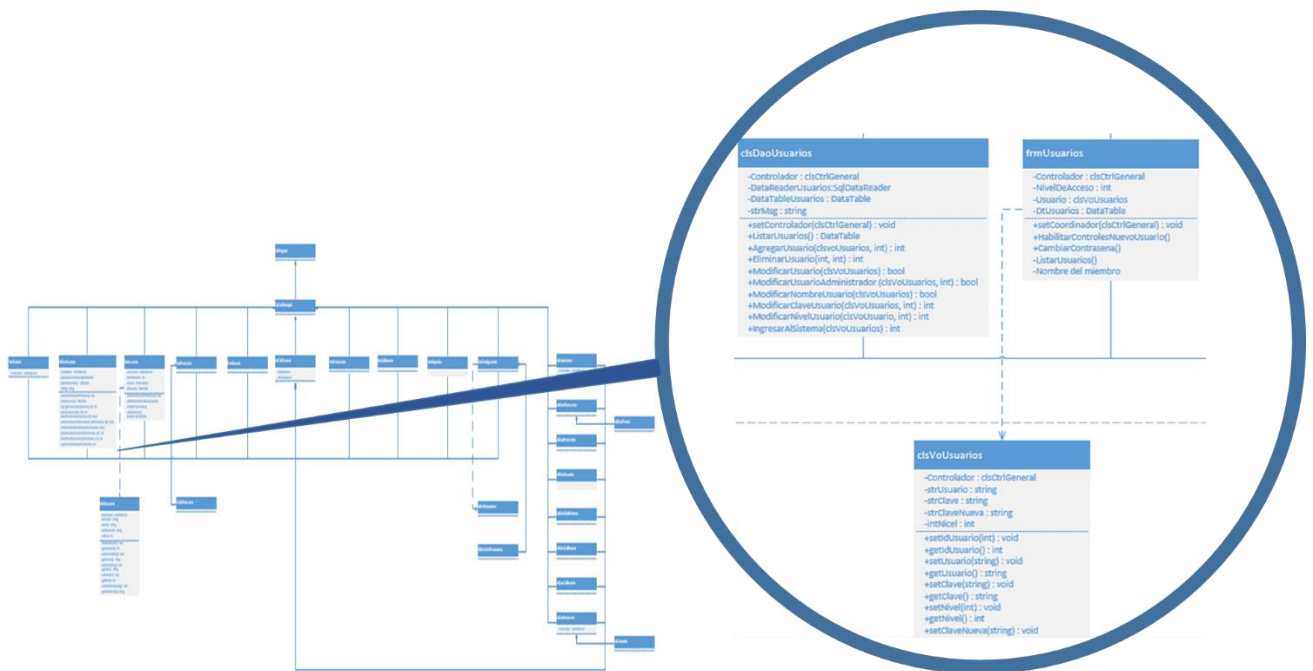
Para un mejor entendimiento del sistema se definió un estándar para identificar fácilmente entre clases y formularios. Este estándar consta en anteponer al nombre de una clase las letras “cls” y para las vistas las letras “frm”. Con las letras cls se hace referencia a la palabra clase y con las letras frm a la palabra formulario. Ambas se anteponen al nombre de la clase o formulario sin agregar espacio y la primera letra del nombre de la clase o formulario se coloca en mayúscula. Como ejemplo de lo dicho para este sistema el nombre de la clase program es clsProgram y el nombre del formulario teclado es frmTeclado.

A continuación, se muestran los componentes empleados para la construcción del diagrama de clases.



*Ilustración 19.* Componentes de Diagrama de clases.

En el diagrama de clases general que se muestra a continuación ilustra cada una de las clases que componen el sistema de información de pesaje dinámico. En este diagrama se puede observar como la clase de nombre ClsProgram inicializa la aplicación instanciando la clase de nombre ClsPrincipal, la cual será la encargada de instanciar cada uno de los objetos y establecer las relaciones entre ellos. Al observar el diagrama podemos identificar fácilmente las relaciones que existen entre las clases que son propias de un sistema modelado bajo el patrón de diseño MVC. También se pueden identificar la aplicación de otros patrones de diseño como son el Singleton, DAO y VO.

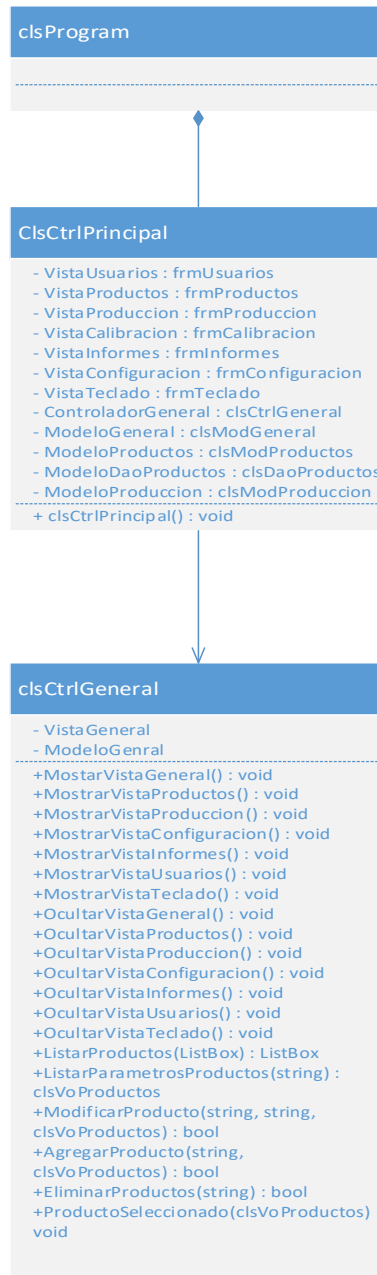


**Ilustración 20.** Diagrama de Clases General.  
Vista general del diagrama de clases

En el siguiente diagrama de clases podemos observar el funcionamiento de las tres clases principales. la clase clsProgram se encarga de inicializar y establecer el punto de entrada del programa. La clase clsCtrlPrincipal se encarga de inicializar los objetos y establecer las relaciones entre los mismos. Como podemos observar en el diagrama, entre la clase clsProgram y la clase clsCtrlPrincipal existe una relación de composición la cual establece que al finalizar el objeto de la

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

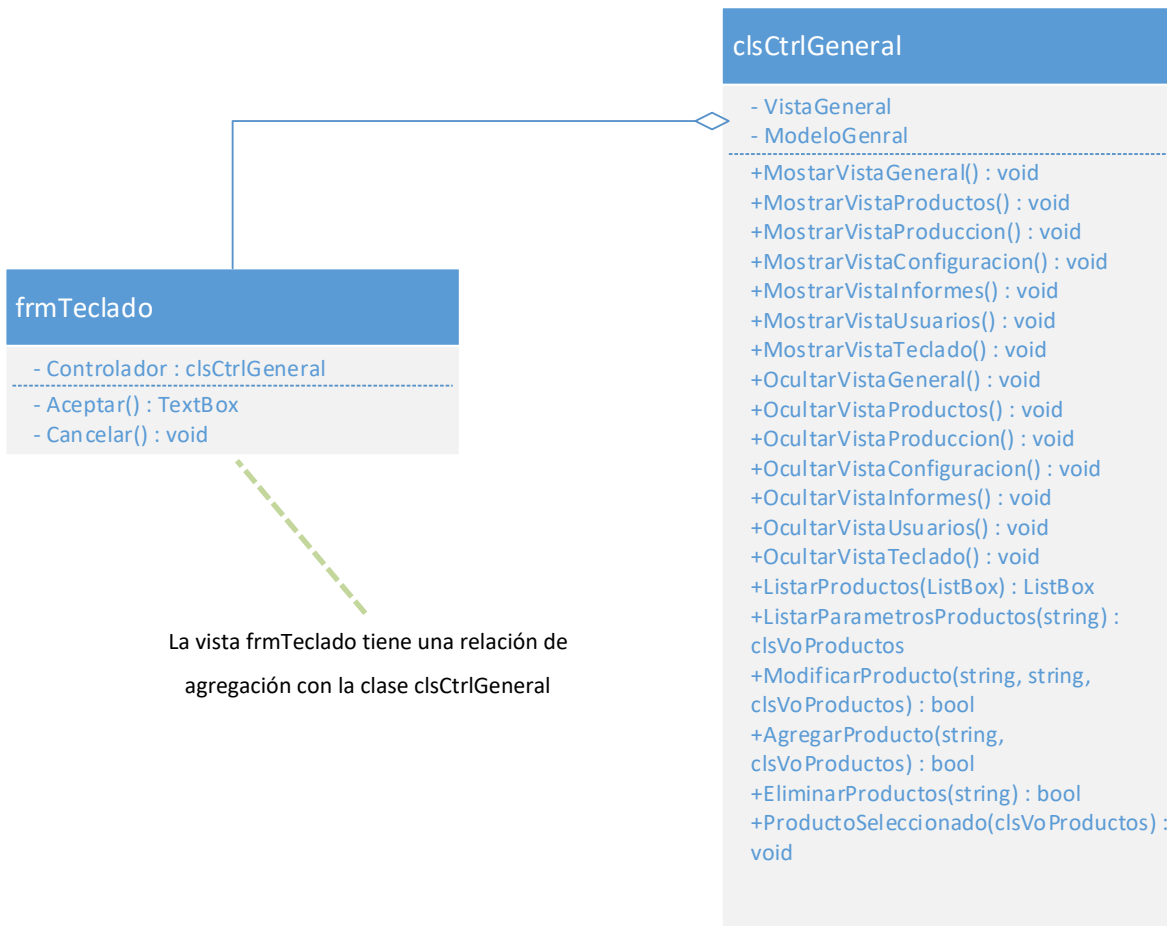
clase clsProgram, finaliza el objeto de la clase clsCtrlPrincipal. La clase clsCtrlGeneral es la encargada de controlar el comportamiento y el paso de información entre clases. En el diagrama se ilustra la relación de agregación entre la clase clsCtrlPrincipal y la clase clsCtrlGeneral.



**Ilustración 21.** Ampliación 1 de Diagrama de Clases. Relación entre clases clsProgram, clsPrincipal y clsCtrlGeneral.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

En el siguiente diagrama podemos observar la relación de agregación existente entre la clase frmTeclado y la clase clsCtrlGeneral. Como podemos observar la clase control general hace un llamado a la clase frmTeclado cada vez que se necesita instanciar este servicio desde cada uno de los formularios de entrada de usuario. La función de la clase de control general es el de administrar la visibilidad y el comportamiento de las vistas de cada uno de los formularios que existen en la aplicación.

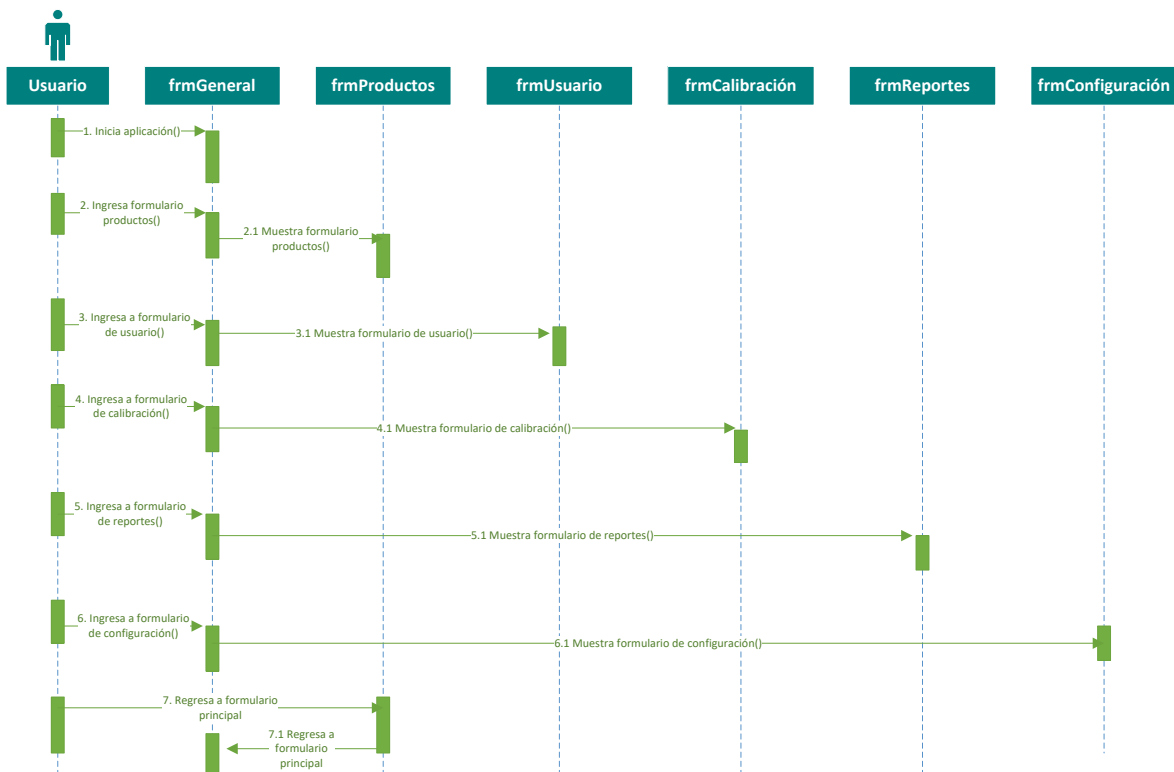


**Ilustración 22.** Ampliación 2 de diagrama de clases. Relación entre vista frmTeclado y Clase clsCtrlGeneral.



## 4.7 Diagramas de secuencia

A continuación, se ilustra el diagrama de secuencia del sistema, el cual es de gran relevancia para el entendimiento del funcionamiento de las relaciones entre usuarios y el sistema, y del sistema internamente con sí mismo. Este Diagrama facilita el entendimiento debido a la ilustración del paso a paso secuencial de las actividades entre las relaciones mencionadas anteriormente.



*Ilustración 23.* Diagrama de secuencia General

### Descripción de pasos del Diagrama de secuencia:

1. El usuario inicia la aplicación y accede al formulario general, en la cual puede acceder a diferentes vistas (formularios).
2. Ingreso a formulario de producto, desde el cual se gestionan los productos (seleccionar, crear, borrar y modificar).

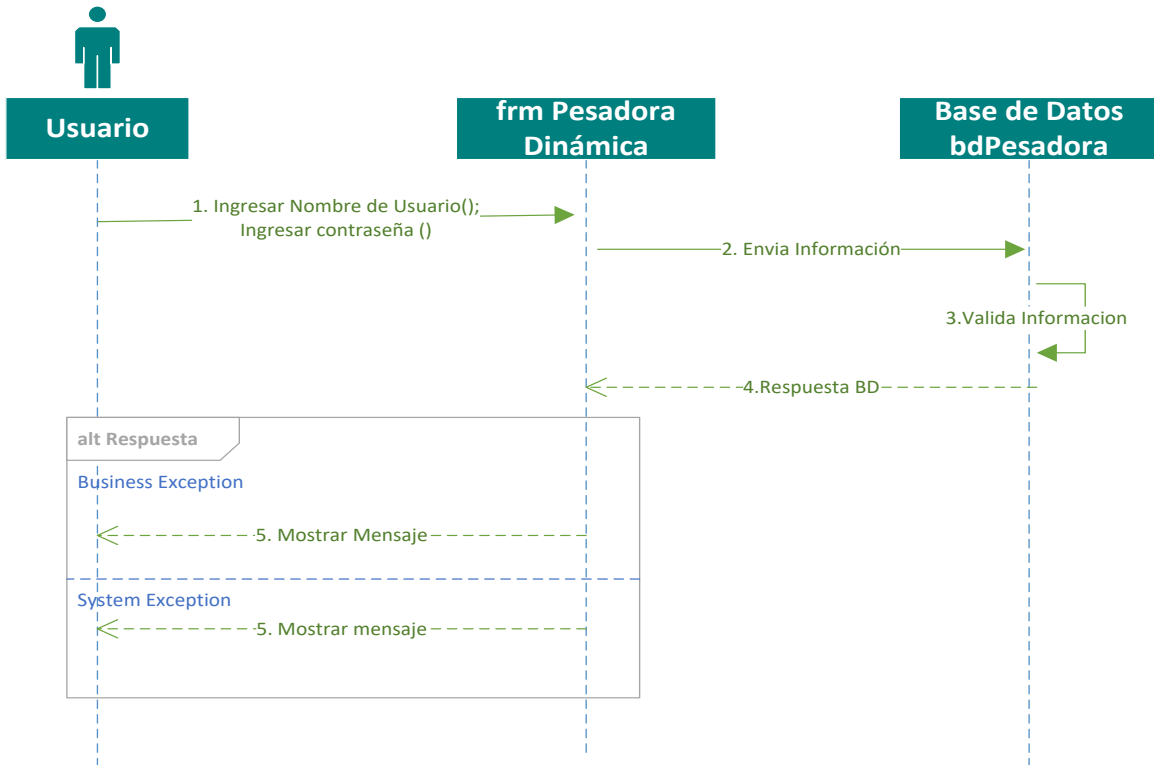
	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

3. Ingreso al formulario de Usuario, desde el cual se gestionan los usuarios dependiendo del nivel de acceso (seleccionar, crear, modificar y eliminar).
4. Ingreso al formulario de calibración, desde el cual se calibra el sistema con respecto a la pesadora dinámica (calibrar cero).
5. Ingreso a formulario de reportes. Desde el cual se puede visualizar el comportamiento de la producción referente al peso en determinado periodo de tiempo.
6. Ingreso a formulario de configuración. Desde este formulario es posible configurar el puerto de comunicación entre pesadora dinámica y sistema de información.

A continuación, se describen algunos casos específicos del diagrama de secuencia. Haciendo énfasis en que el sistema tiene unas condiciones mínimas de seguridad. Por lo que solo permite el ingreso de usuarios que tengan previamente un permiso asignado *Ilustración 42*.

El personal que interviene en el sistema, ya sea operativo o técnico, está seleccionado respectivamente por el jefe de línea de producción o jefe de mantenimiento planeado, el cual gestiona y hace la solicitud a los administradores del sistema para que asignen o eliminen una cuenta de acceso a una persona específica.

Para ingresar al sistema el usuario debe loguearse, como consecuencia de este logueo, el sistema hace unas actividades internas de validación de información y así decide si permite o rechaza el ingreso al sistema por parte del usuario. Las actividades y relaciones mencionadas están detalladas en la siguiente ilustración.



**Ilustración 24.** Diagrama de Secuencia Ingresar al Sistema  
 Orden de serie de actividades para ingresar al sistema de información

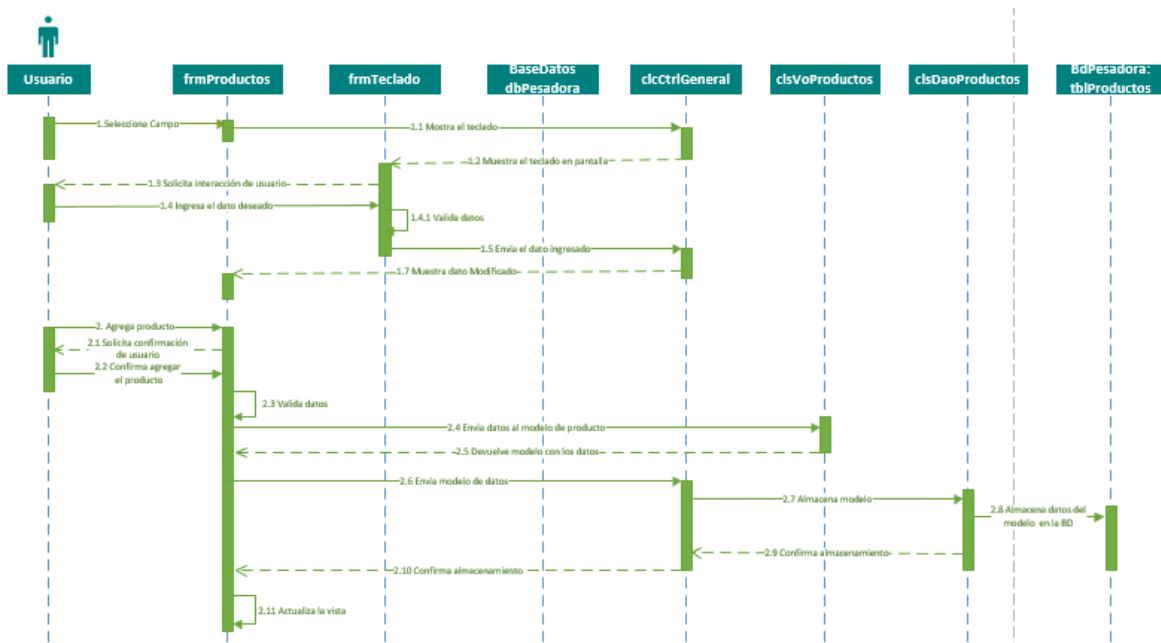
**Descripción de pasos del Diagrama de secuencia ingresar al sistema:**

1. Ingresar nombre de usuario: Ingresar contraseña: Lo hace por medio de teclado en la interfaz que le proporciona el sistema para su logueo.
2. Envía Información: Envía información desde el módulo Sistema al Módulo Base de datos.
3. Valida Información: la base de datos compara información recibida con la contenida en sus datos.
4. Respuesta BD: Lleva respuesta de la validación realizada por el módulo Base de Datos a módulo Sistema.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

5. **Mostrar Mensaje:** En caso de que la validación sea fallida se mostrara un mensaje al usuario que dice “Usuario o contraseña incorrectos” y quedan activos los campos para volver a ingresar el usuario y contraseña.
5. **Mostrar Mensaje:** En caso de la que la validación sea exitosa se mostrara un mensaje al usuario que dice” Ha ingresado al sistema”. Y se habilitan las opciones del sistema a las que tiene acceso dicho usuario.

En la creación de productos hay unos pasos secuenciales que el usuario debe seguir para poder añadir un producto nuevo al sistema (Ver ilustración 43). ya que continuamente la compañía de galletas Noel innova su portafolio y ajusta productos existentes para con esto mantenerse a la vanguardia del mercado y de las leyes que continuamente están regulando las industrias alimenticias. Los ajustes a los productos se dan debido a cambio de materia prima (insumos), material de empaque y forma. Lo que conlleva a variaciones en los pesos de los productos existentes. Los productos nuevos son consecuencia de la sostenibilidad del negocio, ya que está establecido en la compañía una filosofía de innovación, dentro de la cual se incluyen los nuevos productos, los cuales son pertinentes del área de innovación y desarrollo i+d. Estos productos nuevos en el momento de su lanzamiento en producción, ya tienen establecidos los parámetros que deben cumplirse en lo relacionado a pesos, calibres, identificación y método. Por esto, los parámetros del nuevo se registran en el sistema de información, para su correcta gestión.



**Ilustración 25.** Diagrama de Secuencia Crear Producto  
 Orden de serie de actividades para crear un nuevo producto en el sistema de información

**Descripción de pasos del Diagrama de secuencia Crear Producto:**

1. Seleccionar Vista: El usuario da clic en el botón Gestión de Productos en el sistema para tener acceso a este módulo.
2. Seleccionar Campo Nombre: El usuario Selecciona esta opción y asigna el nombre del nuevo producto.
3. Seleccionar Campo Peso Neto: El usuario Selecciona esta opción y asigna el Peso Neto del nuevo producto.
4. Selección Campo Peso Bruto: El usuario Selecciona esta opción y asigna el Peso bruto del nuevo producto.
5. Selección Campo Tara: El usuario selecciona esta opción y asigna la tara del nuevo producto.
6. Selección Campo Limite Sup: El usuario selecciona esta opción y asigna el límite superior del nuevo producto.
7. Selección Campo Limite Inf: El usuario selecciona esta opción y asigna el límite inferior del nuevo producto.
8. Seleccionar Operación Crear: El usuario da clic sobre el botón Crear.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

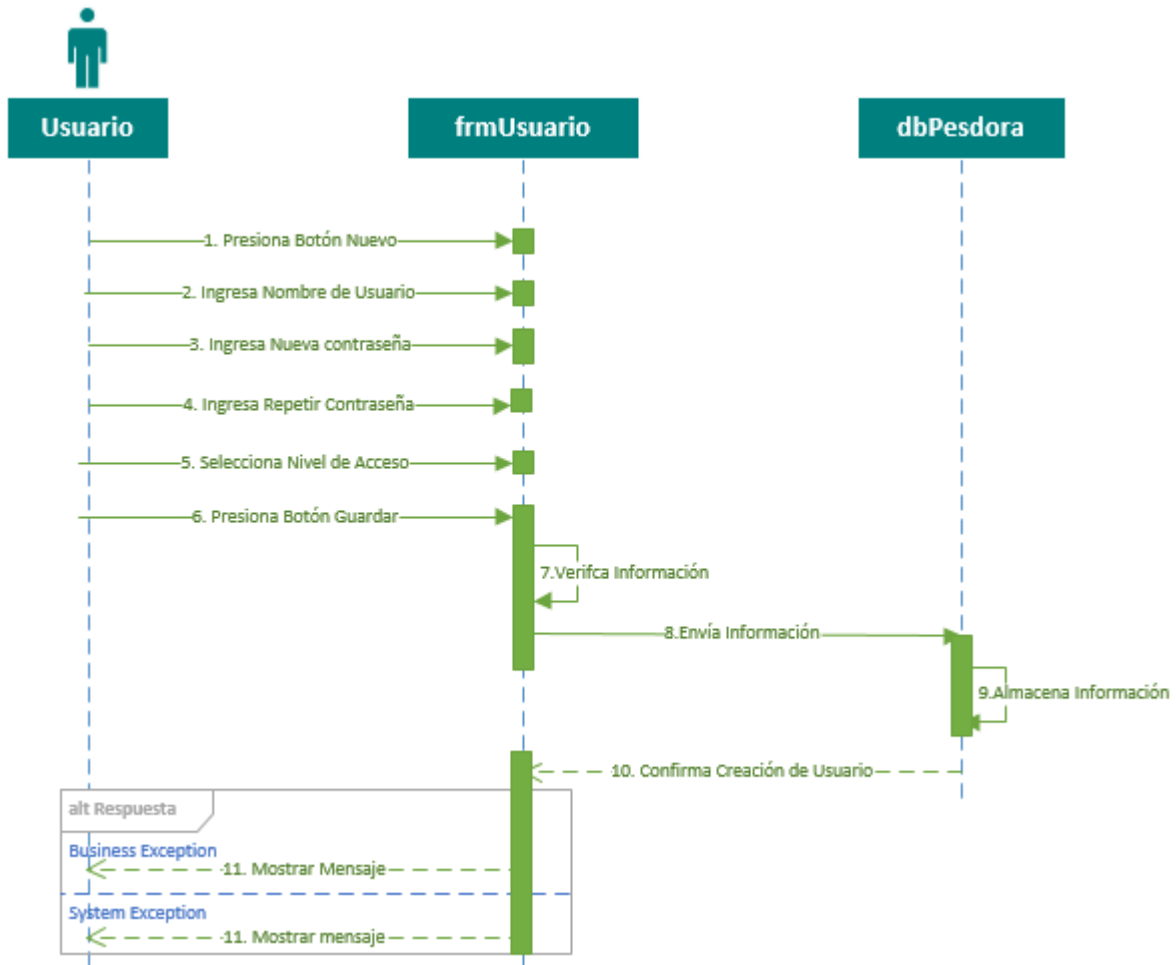
9. Verificar creación de producto: El sistema por medio de una ventana emergente le solicita al usuario la confirmación de la creación del nuevo producto.
10. Envía Información: En caso de que la información asignada en los campos cumpla con los requerimientos para dicha información, el módulo frmGeneral envía la información a la BD del sistema.
10. Mostrar Mensaje: En caso de que la información asignada en los campos cumpla con los requerimientos para dicha información, una ventana emergente muestra mensaje en pantalla "Producto almacenado con éxito".
10. Mostrar Mensaje: En caso de que la información asignada en los campos no cumpla con los requerimientos para dicha información (ya exista un producto con el mismo nombre), una ventana emergente muestra mensaje en pantalla "Ya existe un producto con el mismo nombre".
11. Almacena Información: La base de datos almacena la información recibida.

La creación de usuarios solo puede ser realizada por un usuario de nivel de acceso 3, quien para este software es el nivel de administrador.

La autorización para crear un usuario nuevo está fundamentada por el consentimiento del jefe de línea de producción o jefe de mantenimiento planeado. Quienes previamente hacen la solicitud a los administradores del sistema por medio de su cuenta de correo personal empresarial. En este correo suministran los datos completos de la persona que será el nuevo usuario del sistema y su respectivo rol.

Existen unos pasos secuenciales que el usuario administrador debe de seguir para la creación de un nuevo usuario (ver ilustración 41).

La creación de usuarios es frecuente, ya que en compañía de Galletas Noel hay mucha dinámica en el personal tanto operativo, como técnico.



**Ilustración 26.** Diagrama de Secuencia Crear Usuario  
 Orden de serie de actividades para crear un nuevo Usuario en el sistema de información

**Descripción de pasos del Diagrama de secuencia Crear Usuario:**

1. Presiona Botón Nuevo: El Usuario da clic en el botón Nuevo para que habilite los campos pertinentes a creación de usuarios.
2. Selecciona campo Usuario: El usuario en este campo asigna el nombre del nuevo usuario.
3. Selecciona Campo Nueva Contraseña: El usuario asigna en este campo la contraseña del nuevo usuario.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

4. Selecciona Campo Repetir Contraseña: El administrador en este campo repite la contraseña del nuevo usuario.
5. Selecciona Nivel de Acceso: El administrador selecciona el nivel del usuario a crear. Los niveles de acceso pueden ser: operador, técnico o administrador.
6. Selecciona Operación Guardar: El Administrador da clic en el botón Guardar para culminar con la creación del nuevo usuario.
7. Verifica Información: El sistema verifica que la información suministrada en los campos cumpla con los requerimientos para dicha información.
8. Envía Información: En caso de que la información asignada en los campos cumpla con los requerimientos para dicha información, el sistema envía la información a la BD dbPesadora.
9. Almacena Información: La base de datos almacena la información recibida.
10. Confirma creación de Usuario.
11. Mostrar Mensaje: En caso de que la información asignada en los campos cumpla con los requerimientos para dicha información, el sistema muestra mensaje en pantalla “El usuario fue creado correctamente”.
11. Mostrar Mensaje: En caso de que la información asignada en los campos no cumpla con los requerimientos para dicha información, el sistema muestra mensaje pertinente al error. Se puede dar por dejar un campo en blanco o que las contraseñas no coincidan.



	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

## 4.8 Decisión Sobre Diseño Base de Datos

La base de datos tiene un diseño que obedece a la flexibilidad del sistema de información para la cual fue creada. Esta base de datos permite que se realicen cambios constantes para así adaptarse a las necesidades puntuales del cliente y del sistema.

El modelado de datos está creado en el modelo entidad\_relación. El cual permite identificar claramente las entidades del sistema de información, relaciones y propiedades.

Para cumplir con un buen modelado de datos, el equipo de trabajo decidió y estableció determinadas características en el nombramiento de la base de datos, tablas y procedimientos almacenados. Estas características se presentan en los siguientes puntos. La elaboración, modelamiento y normalización de la base de datos se realizó siguiendo los lineamientos consignados en el libro administración de base de datos diseño y desarrollo de aplicaciones en sus capítulos 3 y 4 (Mannino, 2007).

### 4.8.1 Estándar de Base de datos

#### 4.8.1.1 Base de datos

- Debe de tener el mismo nombre de la aplicación. Para este caso Pesadora, su primera letra en mayúscula y el resto en minúscula. A este nombre se le debe de anteponer las letras bd en minúsculas que indican que es una base de datos. Por lo cual el nombre de la base de datos es dbPesadora.

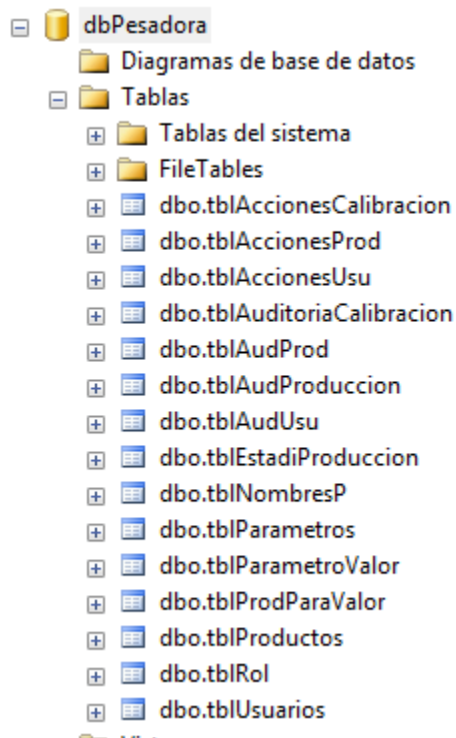
#### 4.8.1.2 Tablas

Las tablas deben ser nombradas de la siguiente forma:

- Anteponer al nombre de la tabla las letras tbl en minúsculas, con el fin de identificar claramente que es una tabla.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

- El nombre de la tabla debe de ser coherente y especificar claramente de que trata la tabla.
- La primera letra del nombre de la tabla debe de estar en mayúscula. Precedida sin espacios ni caracteres de las letras mencionadas en el primer punto.
- Si el nombre de la tabla está compuesto por dos palabras deben de estar sin separaciones y la primera letra de la segunda palabra también debe de estar en mayúscula.



**Ilustración 27.** Tablas pertenecientes a la base de datos dbPesadora  
Recuperado de Base de datos dbPesadora

#### 4.8.1.3 Campos de la Tabla

- La primera letra del nombre del campo debe de estar en mayúsculas.

- Si el nombre del campo está en compuesto por dos palabras deben de estar sin separaciones y la primera letra de la segunda palabra también debe de estar en mayúscula.

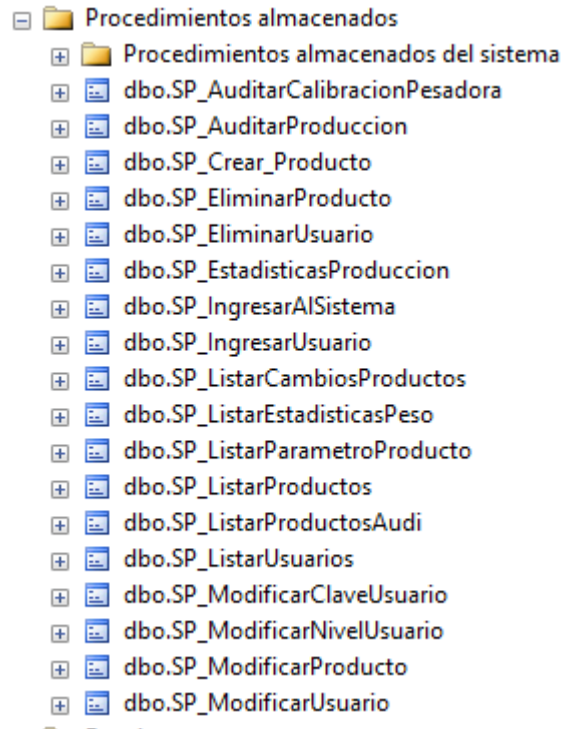
tblAuditoriaCalibracion			
	Nombre de columna	Tipo comprimido	Acepta valores NULL
🔑	Id	int	No
	IdUsuario	int	No
	IdAccion	int	No
	Valor	int	No
	Fecha	datetime	No

**Ilustración 28.** Campos de tabla tblAuditoriaCalibracion Recuperado de la base de datos bdPesadora.

#### 4.8.1.4 Stored Procedures

- El nombre del procedimiento almacenado debe ir precedido de las letras SP en mayúsculas.
- La primera letra del nombre debe de ir en mayúscula.
- Si el nombre está compuesto por dos o tres palabras. La segunda y tercera palabra al igual que la primera, deben tener su primera letra en mayúscula.
- Las letras SP deben ir separadas del nombre del procedimiento almacenado con “\_” (under line).

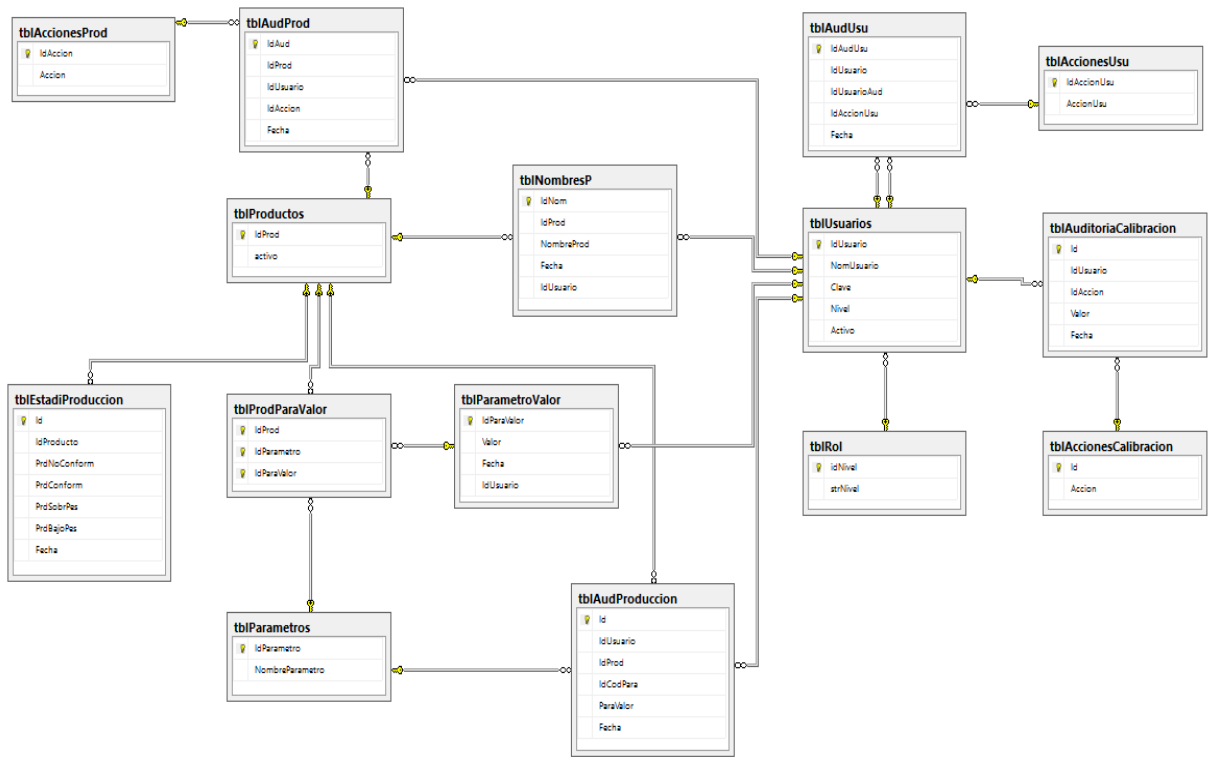
 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02



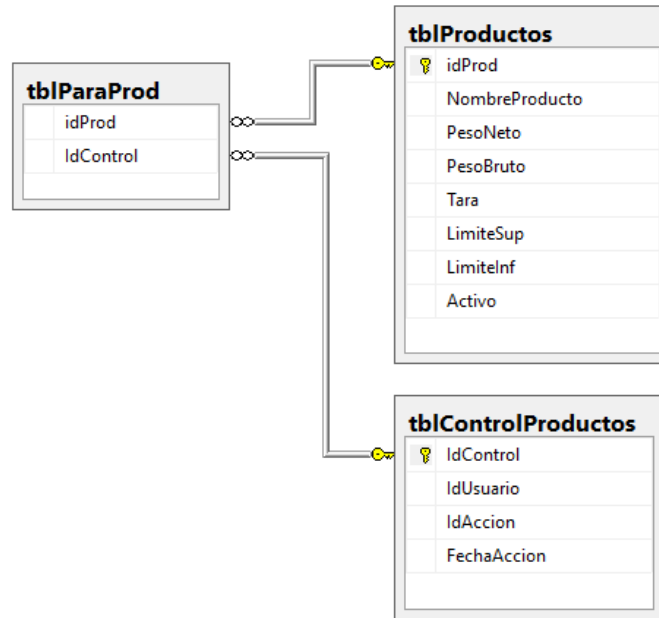
**Ilustración 29.** Procedimientos almacenados de base de datos dbPesadora  
 Recuperado de base de datos dbPesadora

#### 4.8.2 Diagrama de Base de Datos

A continuación, se muestra el diagrama general de la Base de datos donde se muestran todas las tablas con sus campos y las relaciones que existen entre ellas con sus respectivas claves primarias y foráneas.



*Ilustración 30.* Diagrama de base de datos del Sistema.  
 Recuperado de base de datos dbPesadora



**Ilustración 31.** Ampliación 1 del Diagrama de Base de Datos. Tablas relacionadas tblParaProd, tblProductos y tblControlProductos.

En la ilustración 30 se muestran las tablas diseñadas para la gestión de productos que se van a trabajar en la línea de producción. Las relaciones entre productos y la tabla control productos es de muchos a muchos, dado que un producto puede tener una o varias versiones y estas versiones pueden ser generadas por uno o varios usuarios. Esta configuración nos permite entonces relacionar cada acción que se realice sobre un producto, con un usuario y una fecha de modificación.



**Ilustración 32.** Ampliación 2 del Diagrama de Base de Datos

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

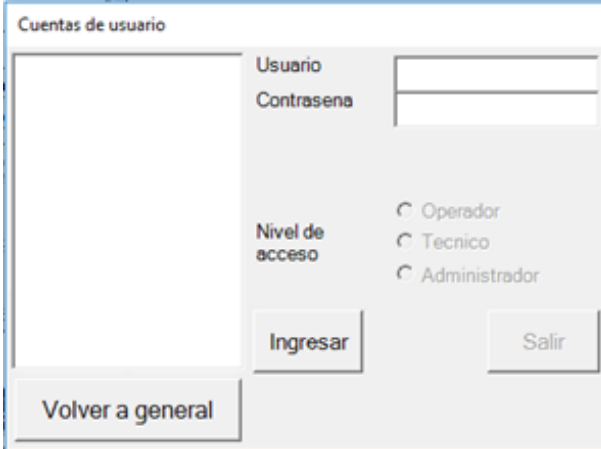
Recuperado de dbPesadora

En la ilustración 31 se muestra la relación existente entre las tablas tblProductos y tblEstadisticasProceso. La cual indica que es una relación de uno a muchos (1-\*) ya que la tabla estadísticas producto almacena cada una de las mediciones de un producto en particular durante todo el proceso productivo. Un producto puede tener 1 o muchas estadísticas.

## 4.9 Desarrollo por prototipos.

Se plantea la metodología de desarrollo por prototipos dado que es muy importante validar cada una de las etapas del desarrollo del sistema de información para las pesadoras dinámicas. En un principio se busca validar el tema de interacción del usuario con los formularios. Como el ingreso de información se realiza a través de un panel táctil. El primer enfoque que realizamos a la elaboración de prototipos fue diseñar y elaborar formularios adecuados para la interacción por medio del panel táctil. Se buscó validar los temas de navegabilidad y usabilidad, por lo tanto, no se implementó ningún tipo de código funcional. A continuación, se muestran imágenes de la de las primeras versiones donde se validó el tema de usabilidad y el tema interacción de usuario.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02



**Ilustración 33.** Versión inicial Cuentas de Usuario

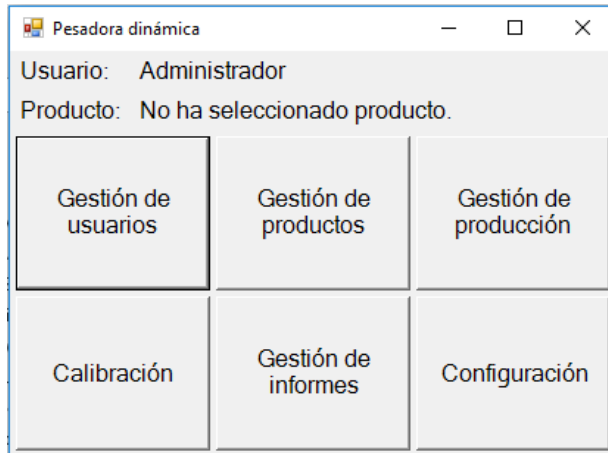
En la versión inicial del formulario para la gestión de cuentas de usuario mostrado en la ilustración 32 podemos observar que al lado izquierdo aparece un objeto de tipo vista, el cual se va llenando a medida que se crean nuevos usuarios en el sistema. Al ocurrir esto Windows muestra unos controles para desplazarse por la lista los cuales son de difícil manipulación para una interfaz táctil. En ensayos de campo no respondía adecuadamente.

Luego de validar cada uno de los formularios, validamos que no haya interferencia entre los botones y elementos de la interfaz y que la resolución y tamaño de éstos sean adecuados para la resolución del panel que está instalado en la pesadora dinámica.

Luego procedimos a implementar uno a uno cada uno de los módulos que compone el aplicativo. Como se puede observar el menú principal. Ilustración 33. Contamos con el menú de gestión de usuarios, gestión de productos, gestión de producción, calibración, gestión de informes y el menú de configuración.



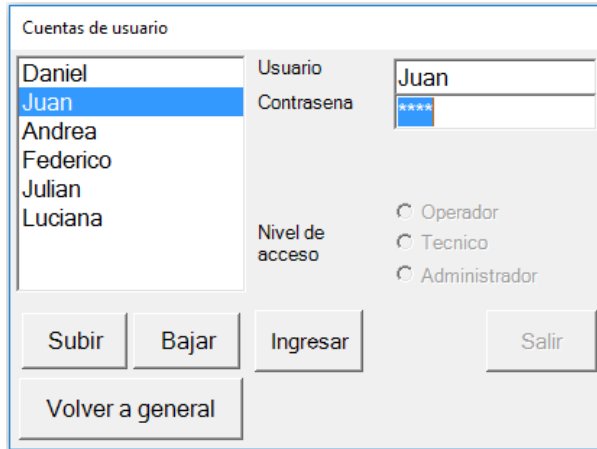
	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02



***Ilustración 34.*** Menú Principal  
Recuperado de SI Pesadora

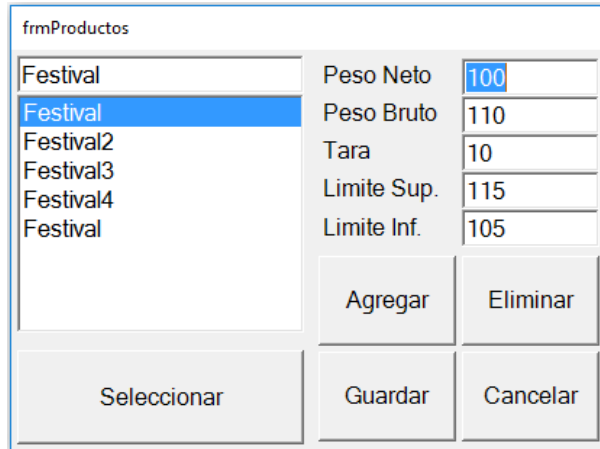
Como se puede observar en el menú de usuarios (ilustración 34) se puede ingresar de forma fácil y sencilla los parámetros de nombre de usuario, contraseña y dependiendo del nivel de usuario contamos con las opciones necesarias para ingresar, modificar y eliminar usuarios. En este apartado contamos con una lista desplegable donde se mostrará todos los usuarios que estén presentes en el sistema. Tenemos opciones de subir y bajar que servirán para desplazarnos por todos los usuarios presentes en la lista y que actualmente se encuentran registrados y activos en el sistema. Podemos crear, modificar y eliminar usuarios con tan sólo dar clic en un solo botón y teniendo los permisos necesarios para esta operación. En la última versión se implementaron 2 botones que sirven para desplazarse fácilmente en la lista de usuarios.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02



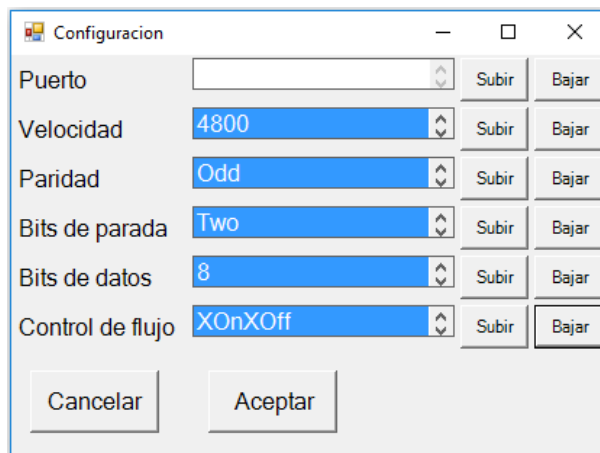
**Ilustración 35.** Versión final de Cuentas de Usuario  
Recuperado de SI Pesadora

En el apartado de productos tenemos un menú en el cual al lado izquierdo aparece una lista desplegable con todos los productos registrados en el sistema, al lado derecho aparece en cada una de las características de las que componen cada producto. En ellas tenemos el peso neto, peso bruto, la tara, el límite superior y límite inferior, además Contamos con 4 botones los cuales sirven para gestionar cada una de las operaciones de los productos: el botón agregar, eliminar, guardar y el botón Cancelar. Contamos también con un botón de seleccionar que nos permite seleccionar la receta que se desea trabajar cuando se entra en el modo de producción. El botón de gestión de producción sirve para ingresar al formulario que permite poner en funcionamiento el sistema. cuando se entra en este modo se puede parametrizar o hacer ajustes finos en cada uno de los parámetros de la receta seleccionada en el menú de gestión de productos. En este modo se llevan las estadísticas sobre la cantidad de paquetes que pasan con sobrepeso, bajo peso y se tienen interfaces para que el operario puede utilizar durante el proceso productivo para hacer ajustes necesarios en el producto.



**Ilustración 36.** Versión Final Menú Productos  
Recuperado de SI Pesadora

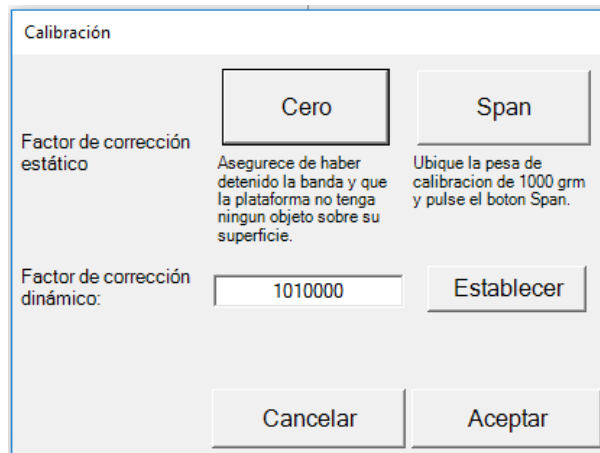
En el menú de configuración se tienen los parámetros necesarios para configurar la velocidad de comunicaciones, el puerto de comunicaciones que emplea el software para comunicarse con la balanza, la paridad de la comunicación, la cantidad de datos y de spam, establecer un control de flujo. Desde aquí podemos controlar la configuración de modo de optimizar cada una de las características del puerto de comunicación con la cual se comunican los sistemas de información con la pesadora.



**Ilustración 37.** Versión Final Menú Configuración  
Recuperado de SI Pesadora

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

En el menú de calibración podemos configurar la pesadora o más bien realizar el punto cero de la misma para evitar desviaciones durante el proceso, calibrar el span para que ella haga una medición adecuada partiendo de un peso conocido. Cuando se calibra el span de la pesadora lo que realiza es que por medio un patrón de medida previamente certificado se garantiza que ella haga un pesaje adecuado y sin desviaciones. Con esto estaremos asegurando la calidad de la medición y su exactitud. En el cero lo que hacemos es asegurar que la pesadora mida adecuadamente cuando están sin peso. Recordemos que los sistemas tienen acoplados otros mecanismos que tienen un peso. Con este cero le decimos a la pesadora cuál es el punto de partida de todo el sistema o montaje mecánico para que ella solamente realice la medición del peso del producto. Otro factor importante en la calibración es el factor de corrección dinámico. Con este factor de corrección dinámico lograremos compensar las desviaciones de la medición de peso que se generan al producto pasar con una velocidad a través de la banda donde está instalada la pesadora.



**Ilustración 38.** Versión Final Menú Calibración.  
Recuperado de SI Pesadora

En el apartado de gestión de informes (ilustración 38) encontramos una interfaz que nos mostrará una gráfica y unos controles que nos permitirá seleccionar un producto en un intervalo de tiempo. En ese intervalo de tiempo se puede ver cuál ha sido el comportamiento del peso con relación a la

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

configuración de los límites que se han establecido para los productos. Podemos visualizar el comportamiento del peso del producto en el rango de tiempo determinado. Esto nos puede servir para ver las tendencias de sobrepeso, de bajo peso que se presentan minuto a minuto en el proceso productivo.



**Ilustración 39.** Versión Final Menú Informes.  
Recuperado de SI Pesadora

Al terminar de evaluar los formularios y su usabilidad en el entorno de prueba o en el entorno real, ya pasamos a implementar cada uno de los módulos. En el primer prototipo ninguno de los módulos tenía código suficiente para establecer cualquier tipo de funcionalidad, lo único que se hacía era validar el tema de navegación y que no hubiera interferencia o dificultad en su uso por parte del personal que interactúa con el sistema.

El segundo prototipo y los posteriores lo que buscaba era probar el funcionamiento de cada uno de los módulos que componen el sistema información. Para cada módulo se elabora un prototipo que de forma incremental, se iba agregando funciones del sistema una vez que se iban validando cada una de las funciones. El primer prototipo es el prototipo de control de usuarios. Con este prototipo lo que hicimos fue validar los procedimientos básicos necesarios para que pudiera manejar el ingreso de varios actores en el sistema con niveles de acceso predeterminados por el administrador.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

Esto lo que busca es validar que el ingreso, eliminación y modificación de usuario funcionara adecuadamente y que se establecieran las conexiones necesarias con la base de datos.

El segundo prototipo buscaba validar el apartado de productos. Una vez que hemos validado en el primer el tema navegabilidad, ya implementamos el código necesario para hacer las operaciones necesarias sobre el producto, las operaciones que se implementaron fueron la de crear, eliminar y modificar cada uno de los productos que fueran necesarios. En este prototipo se verificó también la conexión de la base de datos y que los datos almacenados fueran coherentes. No se buscaba en ningún momento validar el tema de navegabilidad que ya se habían validado en prototipos anteriores.

El cuarto prototipo que implementamos fue el prototipo de producción. En este prototipo validamos que los productos y sus parámetros se cargarán de forma adecuada y poder así hacer un control del producto que pasaba sobre la banda de pesaje. Inicialmente se valió que se cargarán los parámetros seleccionados en la receta y posteriormente se validó que este módulo entregará la señal de rechazo identificando con los pesos provenientes de la pesadora que un producto estuviera dentro de los parámetros permisibles. El software en este apartado debe Mostrar cuando el producto tiene alto peso, bajo peso y lo debe desechar también. Debe llevar un conteo de los productos que cumplen o no cumplen con las características.

El siguiente módulo es el prototipo número 5 que se implementó para validar los comandos que envía el sistema de información para realizar los procesos de cero y span de la pesadora. También en este prototipo se implementó el parámetro llamado factor dinámico, que es un elemento fundamental que permite ajustar el valor de peso medido por la pesadora para entregar pesos exactos o más aproximados a los patrones de referencia. El comando de cero de la pesadora establece que la banda transportadora no tiene ningún peso y tomará dicho valor de referencia como el peso en vacío, para así solo medir el peso real del paquete o producto y despreciar el peso

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

de la estructura y el transportador. Cuando nosotros presionamos el botón de span se envía un comando a la pesadora que le estaría indicando que el peso que tiene sobre el transportador o sobre su plataforma de medida es un peso de referencia conocido. Este comando hace que la pesadora tomé por cierto un valor fijo de peso de 10 kilogramos que el técnico coloca con un patrón sobre la plataforma. El factor de calibración o ajuste dinámico nos permitirá corregir las desviaciones que se presentan en el sistema cuando se realiza la medición del peso del producto en movimiento. La idea es que el peso del producto medido en movimiento sea exactamente igual al peso del producto medido de forma estática. Este factor nos permite asegurar la medición.

El sexto prototipo es el módulo de reportes. Este módulo se implementó con la finalidad de recuperar los datos estadísticos de la producción almacenados en la base de datos y representarlos mediante gráficos en periodos de tiempo establecidos. Este módulo también se encarga de generar reportes varios en formato XML a fin de poder hacer auditoria sobre el cambio de parámetros en productos, eliminación y creación de productos, comportamientos en los pesos medidos, etc.

Los archivos de los informes generados en formato XML pueden ser procesados posteriormente por software disponible en el mercado (Excel) a fin de generar informes específicos o filtrar datos de interés.

En el último prototipo se buscaba validar que se pudiera configurar todos los parámetros de conexión presentes en la pesadora. Se validaron configuraciones como lo son el número del puerto, la velocidad conexión, la cantidad de datos, si debería de haber o no control de flujo, en este apartado realizamos verificaciones de conectividad y estabilidad en la conexión.

El sistema de información completo con la versión final del mismo se entrega en un disco anexo a este trabajo. En este disco se encuentran tanto los archivos del código fuente de la aplicación como la base datos. También se podrán encontrar los archivos compilados para la ejecución del programa.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

## 5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Pruebas del software.

#### 5.1.1 Pruebas de crecimiento en Base de Datos.

Para garantizar la estabilidad de la aplicación y observar la carga de trabajo que era capaz de soportar, fueron realizadas pruebas de almacenamiento de datos. Estas pruebas buscaron validar que la capacidad de almacenamiento instalada en el equipo que corre la aplicación fuera la adecuada para soportar la carga de transacciones. También se pudo validar que la licencia de SQL utilizada fuera la suficiente para manejar el volumen de datos y transacciones que requiere manejar el sistema de información.

Tras analizar el sistema de información se detectó que la transacción más exigente es aquella que almacena los datos de peso medido para cada uno de los paquetes que pasan por la pesadora, lo cual y dado el volumen de producción se estiman que serán alrededor de 15.000 registros en la referencia más crítica por cada turno de 8 horas. Se realizó una proyección dando como resultado que en un año la base de datos debería de haber almacenado alrededor de 16.380.000 registros.

Para realizar la prueba de crecimiento de la BD se definió crear un procedimiento almacenado. En la ilustración 40 se puede observar el procedimiento almacenado SP\_PruebaDatosPesoBD que genera 1.000.000 de registros con valores de peso aleatorios comprendidos entre 90 y 150. Los cuáles fueron almacenados en la tabla de auditoría de producción. Antes de ejecutar el procedimiento almacenado se capturó el estado actual de la BD como se muestra en la ilustración 41. En esta ilustración se puede visualizar que la cantidad uso de archivos de datos tiene la bd del sistema.



 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

```

create procedure SP_PruebaDatosPesoBD
as
declare @IdUsuario int; --Variable que almacena el Id del usuario
declare @idProd int;    --Variable que almacena el Id del producto
declare @idCodPara int; --Variable que almacena el Id del código del parámetro.
declare @Valor int;    --Variable que almacena el dato de peso aleatorio.
declare @Maximo int;   --Variable con el valor máximo a simular
declare @Minimo int;   --Variable con el valor mínimo a simular
declare @cont int;     --Variable para el control del # de registros a simular.
set @Maximo = 150;
set @Minimo = 90;
set @IdUsuario = 37;   --Asignamos el ID de un usuario conocido
set @idProd = 20;     --Asignamos el ID de un producto existente
set @idCodPara = 11;  --Asignamos el ID para el parametro de peso medido
set @cont = 0;
while @cont < 1000000
begin
set @Valor = ROUND(((@Maximo - @Minimo - 1)*RAND() + @Minimo),0)
execute SP_AuditarProduccion @IdUsuario, @idProd, @idCodPara, @Valor;
set @cont = @cont + 1;
end
go

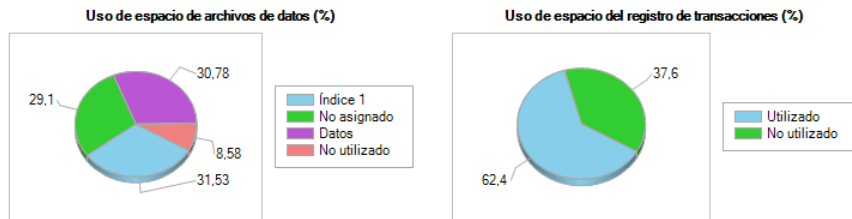
```

*Ilustración 40.* Procedimiento almacenado para insertar un millón de registros.  
Recuperado de Base de Datos bdPesadora

Evaluando el procedimiento almacenado SP\_PruebaDatosPesoBD se validó el tiempo que tardó, dando como resultado 4 minutos con 38 segundos en su ejecución de insertar un millón de registros en la tabla tblAudProduccion. Esta tabla es la encargada de almacenar los pesos medidos a cada producto que pase sobre la pesadora dinámica.

Este informe proporciona un resumen acerca de la utilización del espacio en disco en la base de datos.

<b>Espacio total reservado</b>	5,23 MB
<b>Espacio de archivos de datos reservado</b>	4,19 MB
<b>Espacio del registro de transacciones reservado</b>	1,05 MB



No se encontró la entrada para el evento de crecimiento automático y autorreducción para la base de datos dbPesadora del registro de seguimiento.

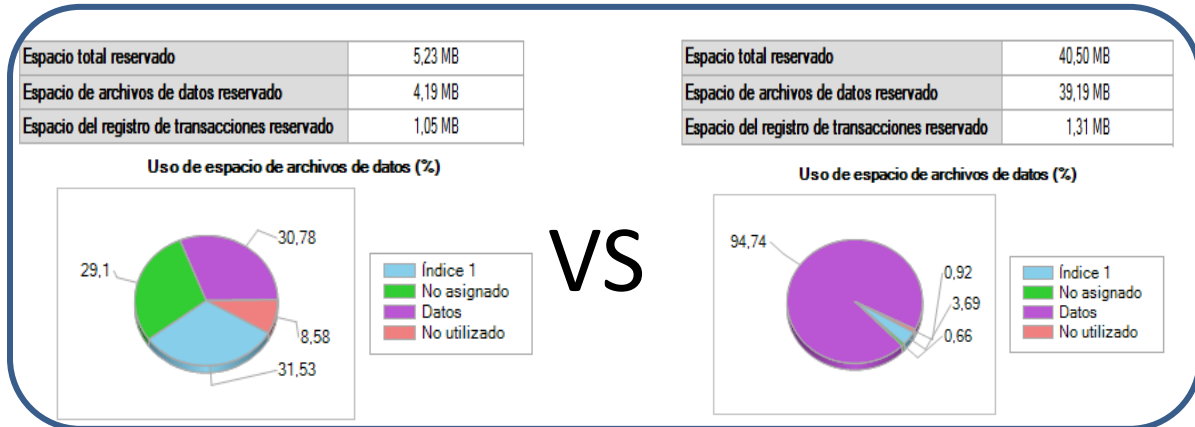
**Ilustración 41.** Uso de disco antes de insertar 1'000.000 de registros Recuperado de Base de Datos bdPesadora

Tras la ejecución del procedimiento almacenado, como se puede observar en la ilustración 42, el incremento de los registros en la tabla tblAudProduccion fue de 1'000.000, la cual tenía 804 registros antes de la ejecución del mismo.

Este informe proporciona datos detallados acerca de la utilización del espacio en disco por tablas de la base de datos. El informe no muestra datos para las tablas con optimización para memoria.

Nombre de la tabla	N.º de registros	Reservado (KB)	Datos (KB)	Indices (KB)	No utilizado (KB)
dbo.sysdiagrams	1	80	56	24	0
dbo.tblAccionesCalibracion	3	16	8	8	0
dbo.tblAccionesProd	3	16	8	8	0
dbo.tblAccionesUsu	4	16	8	8	0
dbo.tblAuditoriaCalibracion	7	16	8	8	0
dbo.tblAudProd	44	16	8	8	0
<b>dbo.tblAudProduccion</b>	<b>1.000.804</b>	<b>36.872</b>	<b>36.728</b>	<b>144</b>	<b>0</b>
dbo.tblAudUsu	72	16	8	8	0
dbo.tblEstadiProduccion	21	16	8	8	0
dbo.tblNombresP	24	16	8	8	0
dbo.tblParametros	7	16	8	8	0
dbo.tblParametroValor	132	16	8	8	0
dbo.tblProdParaValor	126	16	8	8	0
dbo.tblProductos	18	16	8	8	0
dbo.tblRol	3	16	8	8	0
dbo.tblUsuarios	37	16	8	8	0

**Ilustración 42.** Uso de disco por Tabla Después de Insertar 1'000.000 de registros. Recuperado de base de datos bdPesadora



**Ilustración 43.** Comparativa uso de disco antes y después de insertar el millón de registros Recuperado de base de datos bdPesadora

Tras realizar las pruebas de crecimiento se procedió a proyectar la tasa de crecimiento de la base de datos bajo condiciones de trabajo y establecer que efectivamente el hardware donde se ejecuta la aplicación cuenta con los requerimientos mínimos para que funcione sin problemas.

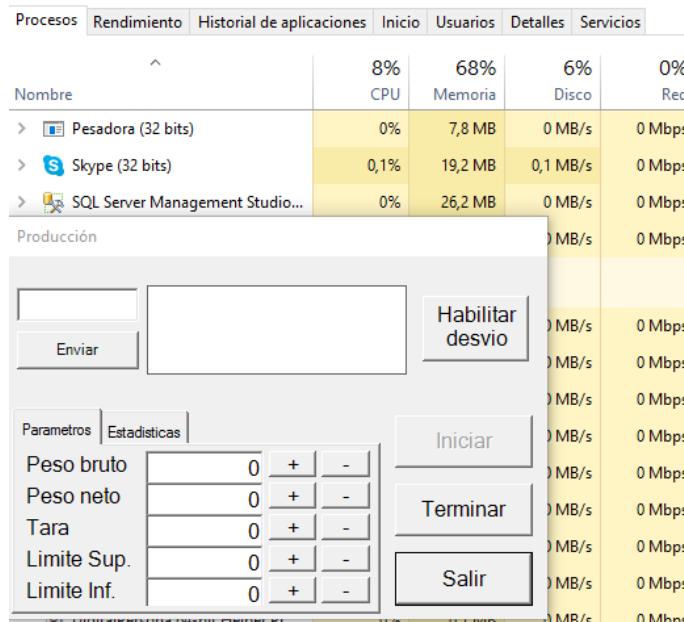
Al realizar los cálculos con base a los datos obtenidos se pudo afirmar que la base de datos crecerá un total de 35,7MB por cada millón de registros, por lo cual con el volumen de producción máximo estimado tendremos un incremento de 578MB aproximadamente. Dadas las 250GB disponibles en el equipo base. Se pudo concluir que la aplicación contara con el espacio suficiente para funcionar. Dada la licencia empleada en el motor de base de datos (10GB) se pudo garantizar que la aplicación funcionara sin mantenimiento alrededor de 17 años. No obstante, es recomendable realizar mantenimiento cada año a fin de realizar respaldos de seguridad de la información y garantizar el rendimiento de la base de datos.

### 5.1.2 Pruebas de rendimiento y consumo de memoria

Luego de realizar las pruebas de la base de datos, el enfoque fue medir y optimizar el apartado de rendimiento y consumo de memoria de la aplicación. En este apartado se utilizaron las

herramientas de prueba que viene incluidas dentro del visual estudio, con las cuales se realizó un perfil completo del comportamiento de la aplicación.

Al lanzar el programa y realizar el seguimiento a su consumo de memoria se pudo constatar que no consume más de 10MB estando en condiciones de funcionamiento en producción. Ver ilustración 44.



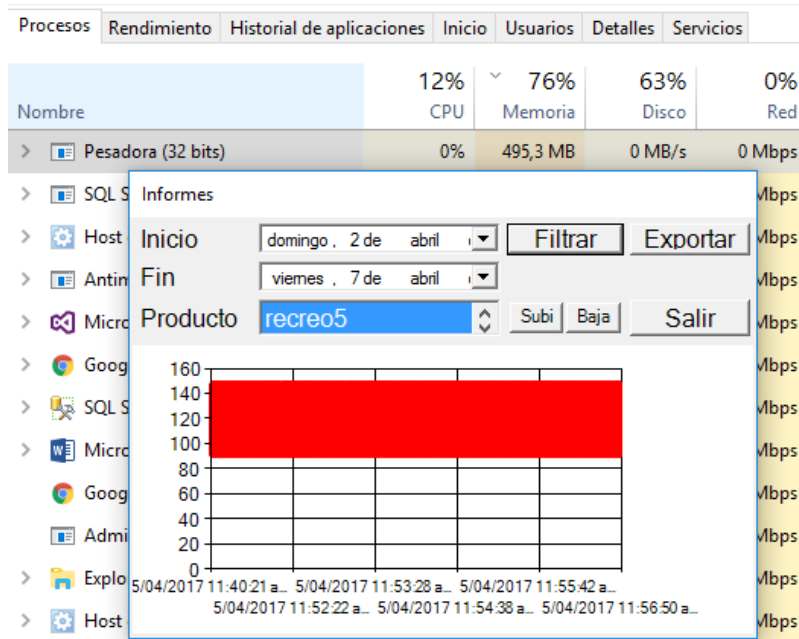
Nombre	8% CPU	68% Memoria	6% Disco	0% Red
> Pesadora (32 bits)	0%	7,8 MB	0 MB/s	0 Mbps
> Skype (32 bits)	0,1%	19,2 MB	0,1 MB/s	0 Mbps
> SQL Server Management Studio...	0%	26,2 MB	0 MB/s	0 Mbps

Parametros	Estadísticas					
Peso bruto	0	+	-			
Peso neto	0	+	-			
Tara	0	+	-			
Limite Sup.	0	+	-			
Limite Inf.	0	+	-			

**Ilustración 44.** Consumo de memoria de la aplicación en ejecución Recuperado de aplicación Pesadora

Se realizaron pruebas en todos los escenarios contemplados en los casos de uso y en el apartado de gestión de informes se encontró un incremento excepcional en el consumo de memoria. Este consumo de memoria fue el punto de partida para la realización del análisis.



**Ilustración 45.** Módulo gestión de informes y su consumo en memoria Recuperado de aplicación Pesadora

Como se puede apreciar en la ilustración 45, el consumo de memoria se incrementó de manera notoria, pero el consumo de tiempo de procesamiento se mantuvo consistente en todos los escenarios y nunca supero el 40% del tiempo de procesamiento disponible. Cabe resaltar que al sistema en su módulo de gestión de informes se le pidió que recuperara y graficara 1'804.000 registros correspondientes a los pesos medidos del producto recreo5. Tras detectar el foco de alto consumo de memoria se procedió a realizar un análisis del comportamiento de la aplicación usando las herramientas de diagnóstico provistas por el entorno integrado de desarrollo obteniendo lo siguiente:

Nombre de la función	Asignaciones inclusi...	Asignaciones exclusi...	Bytes inclusivos	Bytes exclusivos
← Pesadora.exe	25.458.727	0	725.088.140	0
← Pesadora.Program.Main()	25.458.727	1	725.088.140	96
← System.Windows.Forms.Application.Run(class System.Windows.Forms.ApplicationCont	25.396.553	14.642	721.507.245	390.634
← Pesadora.frmInformes.btnFiltrar_Click(object, class System.EventArgs)	25.372.802	736.806	720.054.401	11.789.672
← System.Windows.Forms.DataVisualization.Charting.DataPointCollection.AddXY(i	14.736.096	14.736.096	335.530.010	335.530.010
← Pesadora.Controlador.clsCtrlGeneral.ListarValoresPesolnforme(string, valueType S	4.004.867	4	241.798.745	136
← Pesadora.Modelo_DAO.clsDaoInforme.ListarValoresPesolnforme(string, value	4.004.863	7	241.798.609	760
← System.Data.DataTable.Load(class System.Data.IDataReader)	4.004.092	4.004.092	241.595.580	241.595.580
← Pesadora.clsConexion..ctor()	221	2	182.947	256
← System.DateTime.ToShortDateString()	441	441	12.588	12.588
← System.Data.DataTable..ctor()	38	38	3.344	3.344
← Pesadora.clsConexion.Comando()	49	2	2.464	328
← Pesadora.clsConexion.CerrarConexion()	11	2	578	230
← System.String.Concat(string[])	4	4	348	348
← System.DateTime.ToString()	3.684.021	3.684.021	95.784.574	95.784.574
← System.Data.DataRow.get_Item(string)	1.473.608	1.473.608	20.630.512	20.630.512
← System.Int32.ToString()	736.806	736.806	14.499.410	14.499.410
← System.Windows.Forms.DataVisualization.Charting.Series..ctor()	506	506	14.856	14.856

**Ilustración 46.** Informe de generación de perfiles de memoria  
Recuperado de aplicación Pesadora (Microsoft Visual Studio)

Como se puede observar en el informe, ilustración 46. El consumo de memoria tiene picos de hasta 725MB en el apartado de informes. Tras analizar la información se pudo observar que esto se produce por la alta cantidad de datos manipulados por un producto en particular, el cual retorna 1 millón de registros a graficar dado el tiempo que se estableció para generar el informe. Más allá de la cantidad de registros y tras analizar el código se encontraron oportunidades en cuanto a la manipulación de objetos del tipo DataTable que se estaban empleando en la clase clsDaoInformes. En esta clase se encontró que los objetos que se estaban empleando no se estaban descargando de memoria tras su uso como muestra en la ilustración 47.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

```

public DataTable ListarValoresPesoInforme(string pIdProducto, DateTime pFechaInicio, DateTime pFechaFin)
{
    clsConexion Conexion = new clsConexion();

    try
    {
        Conexion.Consulta = "exec SP_ListarEstadisticasPeso " + pIdProducto + ", '" +
            pFechaInicio.ToShortDateString() + "', '" + pFechaFin.ToShortDateString() + "' ";
        Conexion.Comando();
        DataReaderInforme = Conexion.DataReader;
        DataTableInforme = new DataTable();
        DataTableInforme.Load(DataReaderInforme);
        Conexion.CerrarConexion();
        Conexion = null;
        return DataTableInforme;
    }
    catch (Exception ex)
    {
        strMsg = ex.Message;
        throw;
    }
}

```

***Ilustración 47. Creación de objetos en la clase clsDaoInformes.***  
Recuperado de aplicación Pesadora (Microsoft Visual Studio)

Como se puede ver en la ilustración anterior el DataTableInforme era un objeto global y nunca se descargaba de memoria. Por esta razón los datos siempre quedaban disponibles así no fueran necesarios y el Garbage Collector no hacía adecuadamente su función. Para solucionar esto se implementó el siguiente cambio. Ver ilustración 48.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

```

public DataTable ListarValoresPesoInforme(string pIdProducto, DateTime pFechaInicio, DateTime pFechaFin)
{
    clsConexion Conexion = new clsConexion();
    DataTable DataTableInforme = new DataTable();
    try
    {
        Conexion.Consulta = "exec SP_ListarEstadisticasPeso " + pIdProducto + ", '" +
            pFechaInicio.ToShortDateString() + "', '" + pFechaFin.ToShortDateString() + "' ";
        Conexion.Comando();
        DataReaderInforme = Conexion.DataReader;
        DataTableInforme = new DataTable();
        DataTableInforme.Load(DataReaderInforme);
        Conexion.CerrarConexion();
        Conexion = null;
        return DataTableInforme;
    }
    catch (Exception ex)
    {
        strMsg = ex.Message;
        throw;
    }
}

```

**Ilustración 48. Código optimizado en la clase clsDaoInformes.**  
Recuperado de aplicación Pesadora (Microsoft Visual Studio)

Se declaró la DataTable dentro del procedimiento para garantizar que cuando este termine y retorne los datos necesarios se libere o quede disponible la memoria que se utilizó para la ejecución del mismo. Con esta modificación se logró reducir en un 50% el uso de memoria en este apartado. La demás memoria queda ocupada por los datos necesario para realizar la gráfica. Es importante recalcar que cuando se desee realizar informes de producción con un volumen importante de registros es necesario exportar los datos y analizarlos en un equipo de mejores prestaciones. Los datos que muestra de aplicación en el apartado informes es orientativo y esta optimizado para mostrar los registros de 1 día de producción (45000 registros).

## 5.2 Cronograma de Actividades

Los tiempos estipulados en el cronograma de actividades para el desarrollo de la metodología planteada no se cumplieron al pie de la letra, pero se obtuvieron los objetivos propuestos.



	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

La actividad de reuniones con el asesor se cumplió efectivamente realizándose en principio cada semana. En las asesorías se recibió orientación puntual por parte del asesor para el desarrollo de la metodología, como también se obtuvieron respuestas puntuales ante las dudas generadas. Además de las asesorías presenciales se utilizaron video asesorías y correos web.

En la identificación de los requerimientos funcionales y no funcionales se presentaron inconvenientes debido a la disponibilidad de tiempo por parte del cliente, ya que por ocupaciones laborales no podía brindar el espacio para atender a la realización de la entrevista. Por otra parte, en principio faltó claridad en la información suministrada. Por lo cual se procedió a solicitar un nuevo espacio donde el cliente suministró información escrita acerca del sistema de información que aún tenían en la compañía, y donde respondió preguntas específicas que ayudaron a clarificar las necesidades puntuales que se solucionaron con la implementación del software.

En la actividad diseño y desarrollo del sistema de información utilizando la metodología planteada, se logró crear el software a partir del diseño y modelamiento basado en UML, el cual fue la base fundamental para haber creado un software exitoso que respondió a las necesidades del cliente solucionando todos los requerimientos funcionales y no funcionales.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

## 6 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

En este capítulo se abordan y recapitulan los objetivos alcanzados al realizar este trabajo, también se dan una serie de pautas y recomendaciones que sirven al interesado para entender mejor como fue diseñado y desarrollado el sistema de información. Por último, se exponen una serie de aspectos en los cuales el software tiene oportunidades de mejora o donde existe la posibilidad de implementar nuevas funcionalidades de cara a una próxima revisión.

### 6.1 CONCLUSIONES

- El sistema de información multiusuario basado en tecnología .net permite la gestión eficiente y la obtención de información real del proceso industrial en línea de pesaje dinámico de la compañía de galletas Noel. Esto se debe a que recibe información de la pesadora dinámica que previamente captura los pesos de los productos que pasan sobre ella. Luego de recibir la información, la procesa y gestiona en comparación con unos parámetros establecidos previamente en pro del cumplimiento de la política de calidad integrada adoptada por la compañía y de los estándares calidad que la misma promete de cara al cliente. En caso de no cumplir con estos parámetros el sistema envía información al ascensor de rechazo de producto para que se active y así garantiza que el producto que no cumpla con las especificaciones dadas no salga al mercado.
- Tener claridad de las metodologías existentes para el levantamiento de requerimientos, es de suma importancia, ya que dependiendo del escenario, disponibilidad y conocimiento que el cliente tiene con respecto a la problemática a solucionar, se elige la metodología apropiada. La cual permite identificar, definir y analizar las necesidades puntuales del cliente, que a su vez se traducen en requisitos funcionales y no funcionales. Los cuales determinan los alcances del sistema, y brindan un horizonte claro para las metas a alcanzar.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

- Implementar el lenguaje unificado de modelado UML permite planear claramente el desarrollo del sistema de información, su comportamiento y funcionalidad. Por lo que es muy eficiente para el desarrollo de software por prototipos e incremental, ya que se clarifica cual o cuales funcionalidades se deben de desarrollar primero para la puesta en marcha del sistema y así dar una solución oportuna en pro de las necesidades del cliente, para luego continuar con las demás funcionalidades hasta la culminación total del sistema.
- La metodología de desarrollo por prototipos e incremental soluciona oportunamente las necesidades básicas que el cliente tiene. Por lo que es una metodología eficiente en casos donde se necesite resolver o solucionar los aspectos más críticos a una problemática de manera oportuna.
- La correcta gestión de información suministrada por la pesadora dinámica es de gran importancia, ya que al gestionar esta información adecuada y organizadamente se logra almacenar en el módulo auditorias de la base de datos dbPesadora información verídica y confiable.
- La utilización de gráficas para la visualización del comportamiento del peso en el tiempo de una referencia específica con respecto a su rango permitido para un producto óptimo. Permite visualizar fácilmente las desviaciones del proceso para dicha referencia. Esta visualización permite generar alertas para tomar acciones de choque contra las desviaciones y así evitar pérdidas a la compañía referentes a sobre costos de producción o demandas por parte del consumidor final. Por lo cual se da cumplimiento a la política de calidad integrada adoptada por la compañía.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

## 6.2 RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

- La documentación referente al sistema de información, o sea, toda la implementación de la ingeniería del software. Actualmente se encuentra almacenada en el archivo técnico de la compañía. Es recomendable que sea utilizada como base para el desarrollo de mejoras y mantenimiento del sistema de información.
- Se recomienda capacitar a los usuarios del sistema (técnicos y operadores) para que conozcan la funcionalidad del sistema argumentada en la documentación y diseño del mismo. Esto actualmente se facilita debido a que la compañía tiene implementada la metodología de TPM, La cual provee herramientas de transferencia de conocimientos y planes de entrenamiento.
- Este sistema de información tiene su desarrollo de software basado en los patrones de diseño MVC, singleton, VO y DAO. Sin embargo, por falta de experiencia en el desarrollo del software e implementación de patrones de diseño no fue posible modelar e implementar los patrones en su máxima expresión. Se recomienda para el desarrollo de mejoras y nuevos módulos la implementación de patrones de diseño con un más alto nivel de rendimiento.
- El sistema de información multiusuario basado en tecnología .net, actualmente permite la gestión eficiente y la obtención de información real del proceso industrial en línea de pesaje dinámico de la compañía de galletas Noel. Pero la información sobre los históricos de modificaciones de parámetros, usuarios y desviaciones del proceso pertenecientes a pesos alejados del rango establecido para el producto óptimo, es guardada en una BD propia del sistema. La cual no tiene ninguna conexión con el sistema de planificación de recursos empresariales (ERP) de la compañía, que para este caso es SAP. Este aspecto podría ser mejorado integrando ambos sistemas.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

## REFERENCIAS

- Aguilera, D., Gómez, C., & Olivé, A. (20 de 12 de 2011). *A complete set of guidelines for naming UML conceptual schema elements. ScienceDirect, 14.*
- Alexander, C. (1979). *The Timeless Way of Building. New York: Gustavo Gili S.A.*
- Arango, F., & Zapata, C. (2006). *UN-Método para la elicitación de requisitos software. Medellín: Ed. Escuela de Sistemas Universidad Nacional de Colombia.*
- Arora, I., Tetarwal, V., & Saha, A. (2015). *Open Issues in Software Defect Prediction. ScienceDirect*
- Bruegge, B., & Dutoit, A. (s.f.). *Ingeniería de software orientado a objetos (1a ed.). Prentice Hall.*  
*dofactory.com. (s.f.). dofactory.com. Obtenido de dofactory.com:*  
<http://www.dofactory.com/net/abstract-factory-design-pattern>
- Educativas, I. d. (2011). *Patrones de Diseño Aplicados al Desarrollo de Objetos Digitales Educativos (ODE). España: Secretaría General Técnica.*
- Four, G. o. (1994). *Design Patterns. USA: Addison-Wesley.*
- H, C. D. (13 de Junio de 2013). *CoDejaVu.* Obtenido de <http://codejavu.blogspot.com.co/>
- Hu, H., Jiang, C.-H., Cai, K.-Y., Wong, W., & Mathur, A. (2012). *Enhancing software reliability estimates using modified adaptive testing. ScienceDirect, 13.*
- Information Systems and Management Sciences, College of Business Administration, University of Texas at Arlington,. (1999). *Testing in the software development life-cycle: now or later. ScienceDirect, 8.*
- Kendall, J., & Kendall, K. (2011). *Análisis y diseño de sistemas. (8a ed.). México: Pearson Educación.*
- Medina Pasaje, J. L. (2005). *Metodología y Herramientas UML para el Modelado y Análisis de Sistemas de Tiempo Real Orientados Objetos.* Santander, España: Universidad de Cantabria. Departamento de Electrónica y Computadores. Obtenido de [http://www.tdr.cesca.es/TESIS\\_UC/AVAILABLE/TDR-0209106\\_103344//JMPtesis.pdf](http://www.tdr.cesca.es/TESIS_UC/AVAILABLE/TDR-0209106_103344//JMPtesis.pdf)
- Microsoft. (2011). *Soporte Microsoft Visio.* Recuperado el 20 de Abril de 2011, de Acerca del lenguaje Modelado en tiempo real orientado a objetos (ROOM) - Visio - Microsoft Office: <http://office.microsoft.com/es-hn/visio-help/acerca-del-lenguaje-modelado-en-tiempo-real-orientado-a-objetos-room-HP081250023.aspx>

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

- Object Management Group. (2010). *The UML Profile for MARTE: Modeling and Analysis of Real-Time and Embedded Systems*.
- Object Management Group, Inc. (2009). *OMG Unified Modeling Language (OMG UML), Infrastructure, V2.2*.
- Pressman, R. S. (2005). *Ingeniería del software. Un enfoque práctico*. (6a ed.). México: Mc Graw Hill.
- Rodriguez, J. (28 de Enero de 2009). *Un Aporte a Java*. Obtenido de <http://ungranoparajava.blogspot.com.co/>
- Sadowski, R. (16 de Julio de 2016). *Code Project*. Obtenido de <http://www.codeproject.com/Articles/1110588/Csharp-How-the-Adapter-Design-Pattern-can-make-you>
- Virtual, U. (2016). *SlidePlayer*. Obtenido de <http://slideplayer.es/slide/24020/>
- Weinreich, R., & Buchgeher, G. (2010). Towards supporting the software architecture life cycle. *ScienceDirect*, 16.
- Wikipedia. (22 de Febrero de 2015 ). *Wikipedia*. Recuperado el 10 de Abril de 2011, de Lenguaje unificado de modelado: [https://es.wikipedia.org/wiki/Lenguaje\\_unificado\\_de\\_modelado](https://es.wikipedia.org/wiki/Lenguaje_unificado_de_modelado)
- WordPress, B. (12 de Octubre de 2012). *Lbcnet*. Obtenido de <https://lbcnet.wordpress.com/2012/10/12/descripcion-del-patron-mvc/>
- Yau , S., Nicholl, R., Tasai, J.-P., & Liu, S.-S. (1988). An integrated life-cycle model for software maintenance. *ScienceDirect*, 1.
- Zapata, C. M., Villegas, S. M., & Arango, F. (2006). Reglas de Consistencia entre Modelos de Requisitos de UN-Método. *Revista Universidad EAFIT*, 42(141), 40-59.
- Zhou, Y., Yang, Y., Xu, B., Leung, H., & Zhou, X. (2012). Source code size estimation approaches for object-oriented systems. *ScienceDirect*, 18.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

## APÉNDICE

### Apéndice A. Preguntas para entrevista con el cliente.

1	¿En qué consiste el proceso de pesaje dinámico?
2	¿Qué etapas componen este proceso?
3	¿Puede mencionar las generalidades de cada una de las etapas del proceso de pesaje dinámico?
4	¿Puede mencionar las particularidades de cada una de las etapas que componen el proceso de pesaje dinámico?
5	¿Cuál o cuáles de las etapas es más importante y por qué?
6	¿Cómo interviene en el proceso de pesaje dinámico?
7	¿Qué funciones desempeña dentro del proceso de pesaje?
8	¿Cuáles son sus responsabilidades de cara al proceso de pesaje dinámico?
9	¿Cómo interactúa con el proceso de pesaje?
10	¿Cómo afecta o influye en cada etapa del proceso de pesaje?
11	¿Qué tipo de ajustes requiere el proceso de pesaje?
12	¿Qué ajustes realiza usted al proceso de pesaje?
13	¿Estos ajustes son necesarios?, ¿por qué?
14	¿Cuál o cuáles son los ajustes más críticos que usted realiza? Explíquelos.
15	¿Qué información requiere del proceso de pesaje?
16	¿De la información que requiere, cual es la más importante y por qué?
17	¿Qué información necesita para poner en marcha el proceso de pesaje dinámico?, ¿de dónde obtiene esta información?
18	¿Qué datos o información debe ingresar o son necesarios para proceso de pesaje?
19	¿Qué debilidades u oportunidades se evidencian en el proceso de pesaje dinámico?
20	¿En qué medios se soporta el proceso de pesaje dinámico (formatos, equipos, programas)?
21	¿Qué normas o estándares rigen este proceso?
22	¿Qué validaciones se hacen en el proceso según estas normas o estándares?

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

## Apéndice B. Preguntas para la visita a campo.

- ¿Qué procesador tiene el equipo que controla las pesadoras dinámicas?
- ¿Qué cantidad de memoria RAM tiene instalada?
- ¿Qué periféricos utiliza el usuario para ingresar información e interactuar con el sistema?
- ¿Qué disco duro tiene instalado y cuál es su capacidad de almacenamiento?
- ¿Qué tipos de tarjeta de entrada y salida hay instalada?
- ¿Qué tipo de pantalla tiene para su operación?
- ¿Cuál es la resolución de la pantalla?
- ¿Qué puerto de comunicaciones emplea para comunicarse con la pesadora?
- ¿Qué actuador se emplea para la separación de los paquetes?
- ¿Qué tipo de pesadora utiliza y como se configura?
- ¿Cómo se controlan los transportadores asociados a la pesadora?



	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

## Apéndice B. Entrevista a Víctor Calle.

(Con las preguntas que se habían formulado antes de la corrección)

1. Yo soy el metrólogo de la empresa y la forma de interactuar con estos dispositivos de chequeo de peso, o pesadoras dinámicas que llamamos acá, nosotros desde una receta previamente establecida, definimos unas tolerancias, para que la pesadora mientras vaya pasando un producto y si estos están dentro de unos límites definidos, o límite inferior deje pasar el producto, en caso contrario, la pesadora se encargue de rechazar el producto que no esté en los límites establecidos de peso.
2. La pesadora dinámica debe tener también un análisis para saber cuántos paquetes fueron rechazados por turno, en cada turno debe poder resetear en cada turno esos valores.
3. La interacción de nosotros es total en el sentido de que no solamente manejamos la parte de producción, sino que manejamos la parte de mantenimiento. Nosotros somos los responsables de hacer transferencias de habilidades a los operarios para la correcta operación de la pesadora dinámica y desde la parte de metrología, de mantenimiento, somos los responsables de hacer ajustes a la pesadora, cambiar recetas, definir límites, pues definir límites de rechazo superior e inferior, interactuar con la pesadora en otros parámetros, ya bien sea de ajuste de calibración para que siempre la exactitud y la funcionalidad de la pesadora en paquetes por minuto este de acuerdo a lo programado.
4. Cuando se tratan de las pesadoras comerciales actuales, normalmente ellas traen un usuario de operario y un usuario de mantenimiento. Algunos dispositivos también traen un usuario de calidad. Cuáles son los parámetros de calidad que ellos revisan, el tema estadístico, de los rechazos y las operaciones, cual es la parte de producción, los usuarios de producción son los encargados de definir que receta van a trabajar, los límites, porque los límites superior e inferior los pueden ajustar de acuerdo a el peso de proceso, a como este saliendo la galleta en el proceso, pueden minimizar o aumentar un poco más esas tolerancias, siempre y cuando este esas tolerancias dentro de lo legal.  
La parte de mantenimiento si hay un problema en el software, o en el hardware, uno debe interactuar con ellos. El departamento de aseguramiento metrológico es el encargado de que las pesadoras permanezcan bien calibradas.
5. Normalmente se interactúa con la parte de programación de calibración, también con la parte de estado de calibración de la celda de carga, porque la celda de carga también tiene unos parámetros de configuración, y en algunas ocasiones esos parámetros de configuración no conversan con en el programa o con el peso o la tara del conveyer de

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

pesaje y entonces tenemos mal funcionamiento, o malos resultados en la parte de peso, entonces interactuamos desde esa parte.

6. Ahí se operan dos actividades principales. La primera es modificar una receta cuando ya existe una receta, muchas veces desde la dirección de calidad nos dicen que cambiemos los límites inferior o superior, o de acuerdo a la pesadora sin no hay más capacidad de memoria en la pesadora, alguna receta nos toca editarla completamente para ingresarle un producto que no esté almacenado. Y otros de los casos es crear una receta nueva desde cero. En este apartado se realizan operaciones de creación, modificación y eliminación.
  
7. A nivel de receta como ella es una chequeadora de peso, la idea es asegurar que el producto que sale al mercado este entre la tolerancia permitida, entre el límite superior e inferior, entonces el parámetro más delicado son las tolerancias que se definen. Estas tolerancias pueden ser de dos maneras. De manera porcentual de acuerdo a un peso o unos límites definidos por unos rangos de pesaje, a que voy yo, que la norma puede decir que de 100 a 200 gramos la tolerancia es un valor absoluto, y por ejemplo que de 200 gramos a 300 gramos puede ser un valor porcentual. Eso hay que tenerlo en cuenta en el momento de definir los límites. Es una norma nacional a partir de unos referentes internacionales. NTC2167.
  
8. Primero que se esté trabajando en la misma unidad, las unidades que nosotros trabajamos aquí en Noel es el gramo. Y lo otro tener muy claro si existen valores decimales, ya que uno en el momento de ingresar esos límites, tener en cuenta que está trabajando con gramos y si hay decimas de gramos saber ingresar esos parámetros al sistema.
  
9. Se operan dos parámetros. El primero es la tara del envase o del recipiente o del embalaje. Lo otro es el peso neto. Un parámetro para tener en cuenta en la chequeadora de peso, es que la mesa como tal siempre está cargando con una tara que es algo inherente, y hay un parámetro que hay que tener en cuenta, ya que estas pesadoras de peso durante la operación pueden ir acumulando material extraño que va quedando adherido a la pesadora, a la mesa, a las bandas, entonces la pesadora debe tener un parámetro de auto cero. Que ella de manera automática si detecta una desviación del cero lo debe realizar. Puede ser cualquier peso que se le adiciona a la pesadora, arena, polvo que no corresponde con el peso del producto. La calibración dinámica se refiere a que estando la pesadora dinámica en movimiento se coloque un producto previamente pesado y cuando ella arroje un peso en el display de la pesadora, uno comparar dicho peso con el peso previamente obtenido en una balanza estática, y de acuerdo a la diferencia, hacemos una relación porcentual, para definir ese factor para el ajuste de la pesadora. Para hacer el ajuste estático, la pesadora o

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

el conveyor está quieto, entonces colocamos un peso previamente conocido sobre ese plato, y lo compara con el peso obtenido en otra balanza.

10. Cuando se va a realizar esta operación tanto estática, como dinámica, es muy importante que se asegure que no haya corrientes externas de aire que afecten estas calibraciones, ya que si las hay puede dañar la calibración, y como se espera que las tolerancias de pesaje sean inferiores a más o menos dos gramos entonces hay que tener en cuentas los factores externos. Hay que tener en cuenta que la pesadora debe estar bien aplomada, debe estar bien fija, algo bien ajustado de tal manera que no genere vibraciones que nos puedan dañar los pesos. Entonces son parámetros que son del orden de condiciones físicas atener en cuenta en un sistema de pesaje.
  
11. Cuando se trabajan con celdas digitales o análogas, ellas muchas veces tienen un software, y ese software tiene un apartado de filtros que pueden ser del orden de armónicos de tipo eléctrico o electrónicos, de ruidos eléctricos, que pueden perturbar la señal, entonces amerita que estos sistemas de pesaje en la parte del software de pesaje, de la programación, tengan filtros para minimizar perturbaciones por ruido electrónico o de pronto por vibraciones que no deben de afectar el peso.
  
12. Asegurar las condiciones de operación, vientos, vibraciones y estructura fija. Y lo otro que durante la calibración se debe contar con una balanza previamente calibrada, para que la comparación peso como se debe ajustar debe ser el correcto. Que uno no le ingrese un peso que no es el correcto.
  
13. En el apartado de los informes hay un encabezado que tiene que ver con el producto nombre del producto. Otros datos importantes son el número del lote del producto o la orden del trabajo o referencia del producto para obtener una trazabilidad. Es importante tener la hora, la fecha ya que todo está asociado a la calidad. Y otros parámetros es el del conteo, cuantos productos han pasado en un lapso de tiempo determinado, y que este conteo este discriminado, cuantos productos se rechazaron por encima y cuantos por debajo. Y tener el promedio de los últimos productos, que se pueda definir el rango.
  
14. Definir el límite superior, el inferior basado en la norma 2167. El peso neto que es algo inherente y aparece en la etiqueta. De cada producto. Y de acuerdo a la programación hay unos productos que meren tener en cuenta un formato de cuales la longitud del paquete con relación a la longitud de la banda de pesaje. Cantidad de paquetes total, cuantos han sido rechazados por encima, cuantos ha sido rechazados por debajo. Hay algunas pesadoras

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

que también son capaz de hacer sumatorias de pesos netos y mostrar a nivel de materia que cantidades de pesos o productos han pasado.

15. Es bueno que tenga un usuario y con un botón poder seleccionar el tipo de reporte que se quiere y de que receta, y que sea algo transparente y pueda ser descargado por Ethernet, usb a un computador en un formato plano.
16. Que no se tiene un respaldo o servicio posventa y que el programa está asociado a un hardware entonces muchas veces se requiere de un apoyo del proveedor para realizar los ajustes y eso para nosotros es muy delicado. No hay proveedor.
17. Lo afecta en que nosotros estamos haciendo como se dice folclóricamente milagros para hacer que esas pesadoras funcionen sin respaldo del proveedor. Trabajando con las unas por que toca conseguir repuestos o equipos viejos (hardware) que funcionen con esos programas que están actualmente instalados. Para que eso pueda seguir funcionando cada vez que se presenta un bloqueo del programa.
18. Hay un indicador que tiene que ver con averías. Si las pesadoras de peso empiezan a fallar este indicador va a sufrir y nos va a impactar y Cuando se hace el análisis de falla no se le puede dar una respuesta clara a la empresa, ya que no hay un proveedor que le dé una solución definitiva a este problema, ya el costo de reposición es bastante importante.
19. Esperamos nosotros que el programa de peso que sea definido para estas pesadoras sea en un lenguaje muy común para ingenieros integradores, me refiero a ingenieros de electrónica, de control, para no depender de un proveedor, ya que, al ser un programa abierto, con unos parámetros sencillos y accesibles, de tal manera de que, si hay un desajuste en la parte de la celda, se pueda identificar fácilmente cual es el problema que está pasando y tranquilamente lo pueda solucionar. Y si es a nivel del programa de control, el que se encarga de rechazar o no rechazar, que también sea un programa abierto para no tener inconvenientes y estar dependiendo de un proveedor para hacer los ajustes, y que cuando se vayan a actualizar las tecnologías de computación , como son el hardware y el software (board, tarjetas de io, procesador), también sea algo muy amigable, mejor dicho que el programa de ajuste, calibración y ,mantenimiento no dependamos de alguien exclusivo, sino que cualquier persona con conocimientos de software lo pueda realizar fácilmente.

 <b>Institución Universitaria</b>	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

## Apéndice C. Escenarios y Diagramas de Casos de Uso del Sistema.

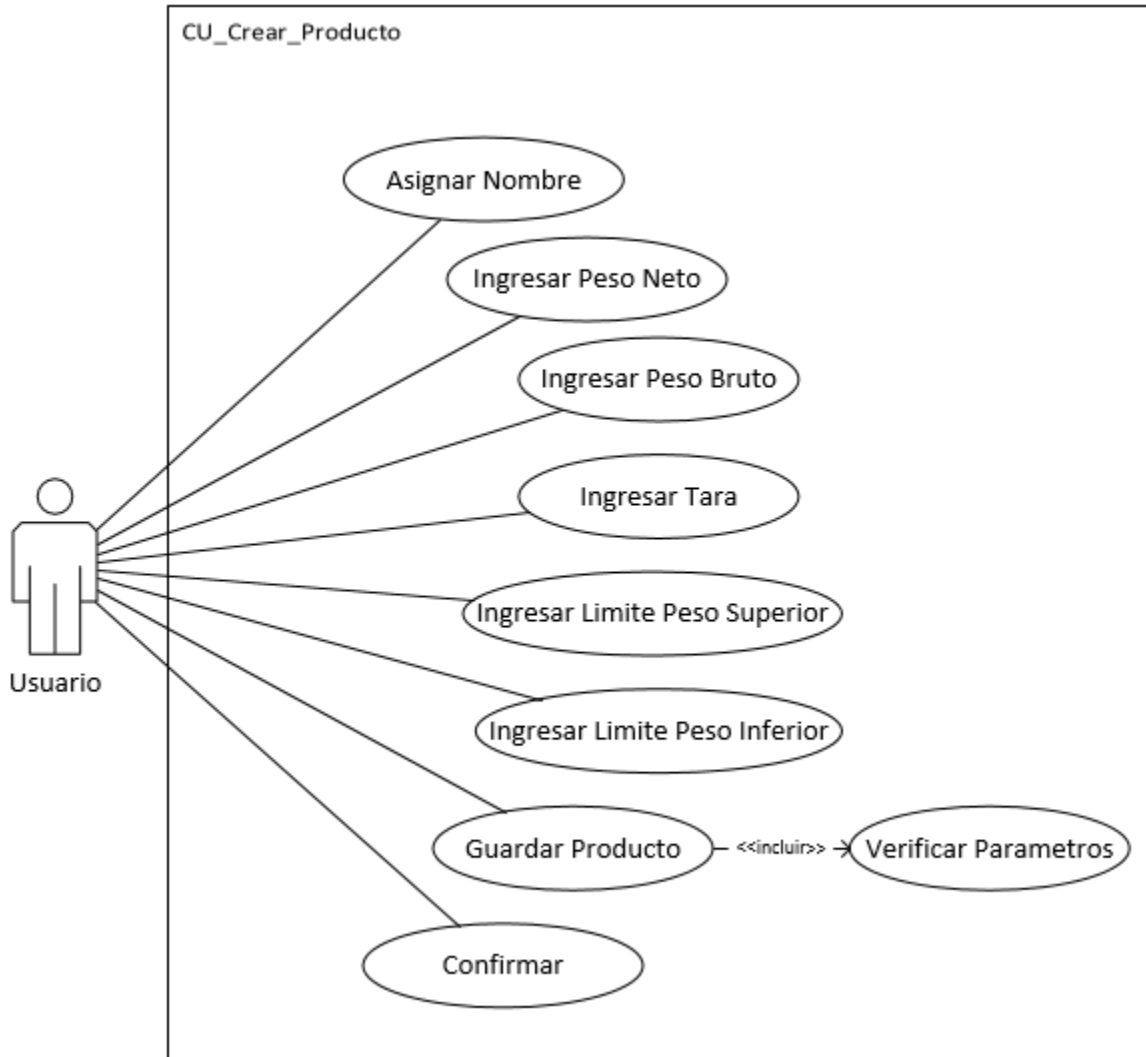
1. ESCENARIO DE CASO DE USO CREAR PRODUCTO.....	110
2. DIAGRAMA DE CASO DE USO CREAR PRODUCTO .....	111
3. ESCENARIO DE CASO DE USO MODIFICAR PRODUCTO .....	112
4. DIAGRAMA DE CASO DE USO MODIFICAR PRODUCTO .....	113
5. ESCENARIO DE CASO DE USO ELIMINAR PRODUCTO.....	114
6. DIAGRAMA DE CASO DE USO ELIMINAR PRODUCTO.....	115
7. ESCENARIO DE CASO DE USO SELECCIONAR PRODUCTO.....	116
8. DIAGRAMA DE CASO DE USO SELECCIONAR PRODUCTO.....	117
9. ESCENARIO DE CASO DE USO INICIAR PRODUCCIÓN. ....	118
10. DIAGRAMA DE CASO DE USO INICIAR PRODUCCIÓN. ....	119
11. ESCENARIO DE CASO DE USO DETENER PRODUCCIÓN. ....	120
12. DIAGRAMA DE CASO DE USO DETENER PRODUCCIÓN. ....	121
13. ESCENARIO DE CASO DE USO CALIBRACIÓN FACTOR DINÁMICO .....	122
14. DIAGRAMA DE CASO DE USO CALIBRACIÓN FACTOR DINÁMICO .....	123
15. ESCENARIO DE CASO DE USO CALIBRACIÓN ESTÁTICA PESADORA. ....	124
16. DIAGRAMA DE CASO DE USO CALIBRACIÓN ESTÁTICA PESADORA. ....	125
17. ESCENARIO DE CASO DE USO GENERAR INFORME. ....	126
18. DIAGRAMA DE CASO DE USO GENERAR INFORME. ....	127
19. ESCENARIO DE CASO DE USO CREAR USUARIO. ....	128
20. DIAGRAMA DE CASO DE USO CREAR USUARIO. ....	129
21. ESCENARIO DE CASO DE USO ELIMINAR USUARIO. ....	130
22. DIAGRAMA DE CASO DE USO ELIMINAR USUARIO .....	131
23. ESCENARIO DE CASO DE USO MODIFICAR USUARIO.....	132
24. DIAGRAMA DE CASO DE USO MODIFICAR USUARIO.....	133
25. ESCENARIO DE CASO DE USO INGRESAR AL SISTEMA. ....	134
26. DIAGRAMA DE CASO DE USO INGRESAR AL SISTEMA .....	135

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

*1. Escenario de Caso de Uso Crear Producto.*

<b>Nombre del caso de uso:</b> CU_Crear_Producto	
<b>Área:</b> línea de producción	
<b>Actores:</b> Operador, técnico, administrador	
<b>Interesados:</b> Coordinador producción, coordinador metrología	
<b>Descripción:</b> Crear un producto donde se almacenen los parámetros designados para este.	
<b>Evento desencadenador:</b> Se hizo clic en el botón de agregar un producto.	
<b>Pasos realizados (Ruta principal).</b>	<b>Información de los pasos.</b>
1. Se asigna un nombre al producto.	Se introduce un nombre descriptivo y de preferencia diferente a los ya creados. El sistema permite que los nombres estén repetidos.
2. Se ingresa el peso neto.	Se debe ingresar un valor numérico con una cifra de precisión decimal.
3. Se ingresa el peso bruto.	Se debe ingresar un valor numérico con una cifra de precisión decimal.
4. Se ingresa la tara.	Se debe ingresar un valor numérico con una cifra de precisión decimal.
5. Se ingresa el límite de peso superior.	Se debe ingresar un valor numérico con una cifra de precisión decimal.
6. Se ingresa el límite de peso inferior.	Se debe ingresar un valor numérico con una cifra de precisión decimal.
7. Se presiona el botón agregar producto.	El sistema solicitara confirmación al usuario.
8. El usuario confirma que desea agregar el producto.	Se almacena la información en la base de datos y se muestra el nuevo producto en la lista de productos.
<b>Pre condiciones:</b> Tener espacio de almacenamiento disponible, que el usuario haya ingresado al sistema y tenga los permisos para realizar esta operación.	
<b>Post condiciones:</b> Validar que los datos del producto estén dentro de los límites y sean del tipo adecuado.	
<b>Suposiciones:</b> El usuario necesita crear un producto que no está registrado en el sistema.	
<b>Garantía de éxito:</b> Que se haya ingresado el producto a la base de datos y que aparezca en la lista de productos.	
<b>Garantía mínima:</b> Que haya información suficiente para agregar un nuevo producto. El usuario debe conocer el nombre, el peso neto, el peso bruto, la tara, el límite superior y el límite inferior.	
<b>Requerimientos cumplidos:</b> Agregar un nuevo producto.	
<b>Cuestiones pendientes:</b> N/A	
<b>Prioridad:</b> Alta.	
<b>Riesgo:</b> Medio.	

2. Diagrama de caso de Uso Crear Producto



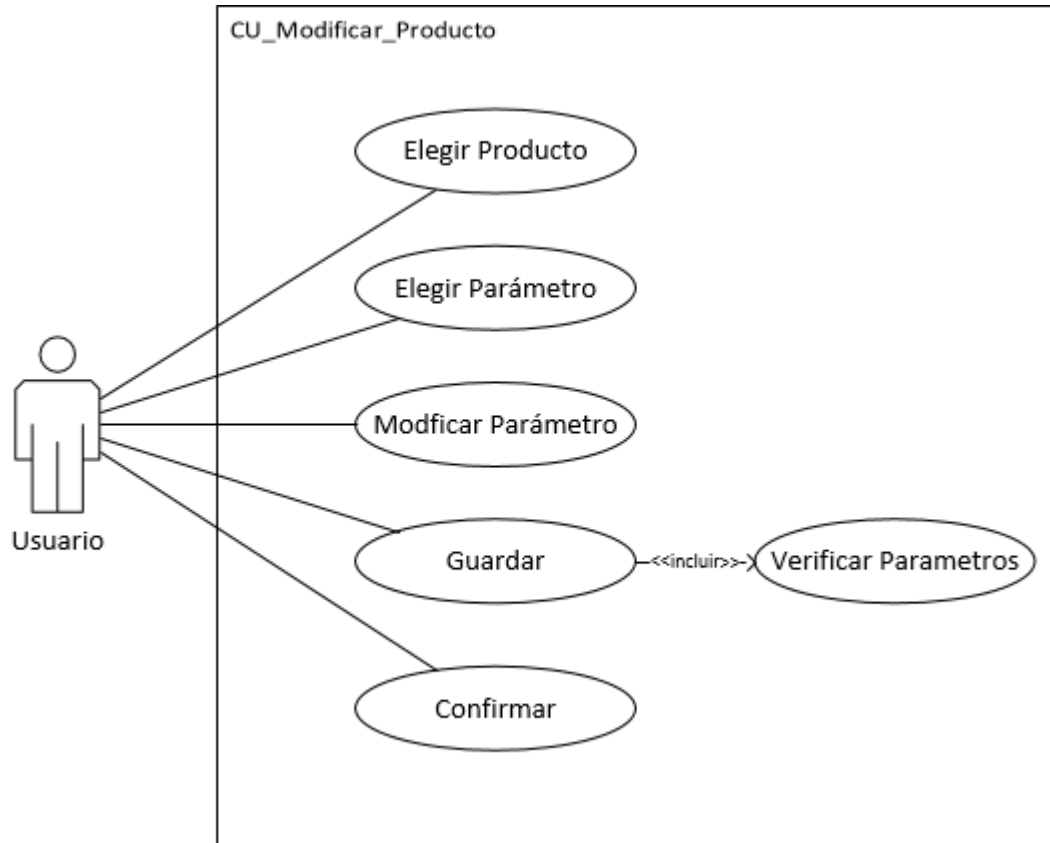
 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

### 3. Escenario de Caso de Uso Modificar Producto

<b>Nombre del caso de uso:</b> CU_Modificar_producto	
<b>Área:</b> línea de producción	
<b>Actores:</b> Operador, técnico, administrador	
<b>Interesados:</b> Coordinador producción, coordinador metrología	
<b>Descripción:</b> Modificar cualquier parámetro de un producto creado previamente.	
<b>Evento desencadenador:</b> Se hizo clic en botón guardar.	
<b>Pasos realizados (Ruta principal).</b>	<b>Información de los pasos.</b>
1. Se selecciona el producto a modificar del listado de productos.	Se selecciona el nombre de un producto de la lista.
2. Se selecciona el parámetro a modificar y se ingresa el nuevo dato.	Se puede modificar el peso bruto, el peso neto, la tara, el límite superior de peso, el límite inferior de peso, nombre del producto.
3. Se presiona el botón guardar para almacenar los cambios.	El sistema solicita confirmación al usuario
4. El usuario confirma que desea modificar el producto.	Se almacenan las modificaciones en los parámetros del producto.
<b>Pre condiciones:</b> Que el producto a modificar exista, que el sistema no esté en modo de inicio de producción, que el usuario tenga los permisos para modificar los productos.	
<b>Post condiciones:</b> Se modificó el producto y es posible utilizarlo en producción.	
<b>Suposiciones:</b> El usuario necesita modificar uno o más parámetros de un producto.	
<b>Garantía de éxito:</b> Que se haya modificado el producto almacenado en base de datos.	
<b>Garantía mínima:</b> Que exista un producto.	
<b>Requerimientos cumplidos:</b> Modificar un producto.	
<b>Cuestiones pendientes:</b> N/A	
<b>Prioridad:</b> Alta.	
<b>Riesgo:</b> Medio.	



#### 4. Diagrama de Caso de Uso Modificar Producto

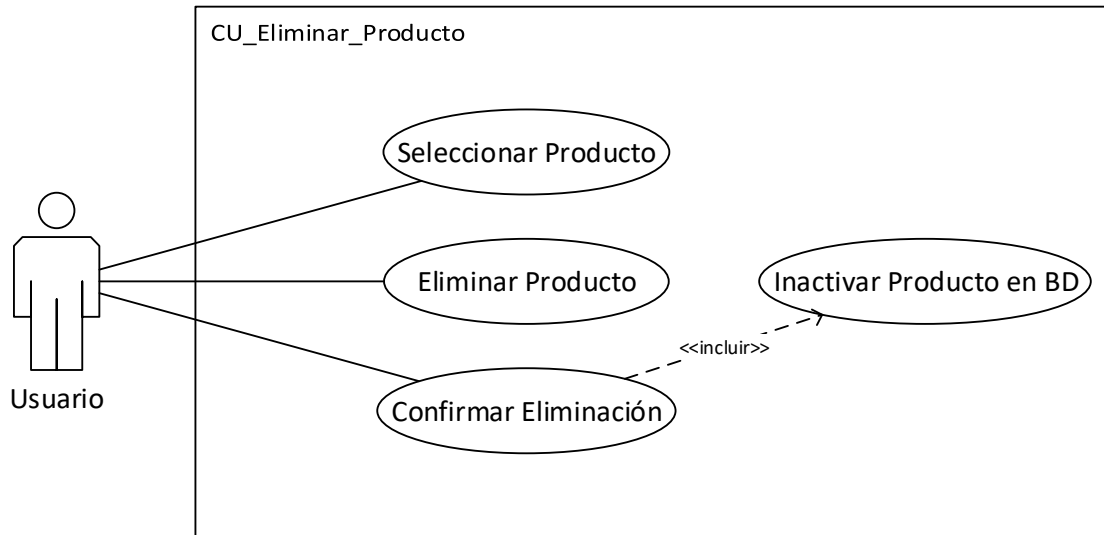


 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

5. Escenario de Caso de Uso Eliminar Producto.

<b>Nombre del caso de uso:</b> CU_Eliminar_producto	
<b>Área:</b> línea de producción	
<b>Actores:</b> Operador, técnico, administrador	
<b>Interesados:</b> Coordinador producción, coordinador metrología.	
<b>Descripción:</b> Eliminar un producto existente en la base de datos.	
<b>Evento desencadenador:</b> Se hizo clic en el botón eliminar.	
<b>Pasos realizados (Ruta principal).</b>	<b>Información de los pasos.</b>
1. Se selecciona el producto a eliminar.	Se selecciona un nombre de producto de la lista.
2. Se da clic en el botón de eliminar un producto.	El sistema solicita confirmación al usuario.
3. Se confirma que se desea eliminar el producto.	Se debe pedir confirmación al usuario, para evitar borrar productos de forma accidental.
4. Se inactiva el producto en la base de datos.	Los productos nunca se eliminan totalmente de la base de datos.
<b>Pre condiciones:</b> Que el producto a eliminar exista, que el usuario tenga el nivel de acceso para realizar esta operación.	
<b>Post condiciones:</b> Se eliminó el producto y no es posible utilizarlo en producción, se registra en la tabla de auditoria la fecha y el usuario que realizo la acción.	
<b>Suposiciones:</b> El usuario inicio sesión correctamente con acceso a la opción de eliminar el producto.	
<b>Garantía de éxito:</b> Que se haya cambiado el estado del producto en la base de datos.	
<b>Garantía mínima:</b> Que se inactive el producto en la base de datos.	
<b>Requerimientos cumplidos:</b> Eliminar un producto.	
<b>Cuestiones pendientes:</b>	
<b>Prioridad:</b> Alta.	
<b>Riesgo:</b> Medio.	

**6. Diagrama de Caso de Uso Eliminar Producto.**



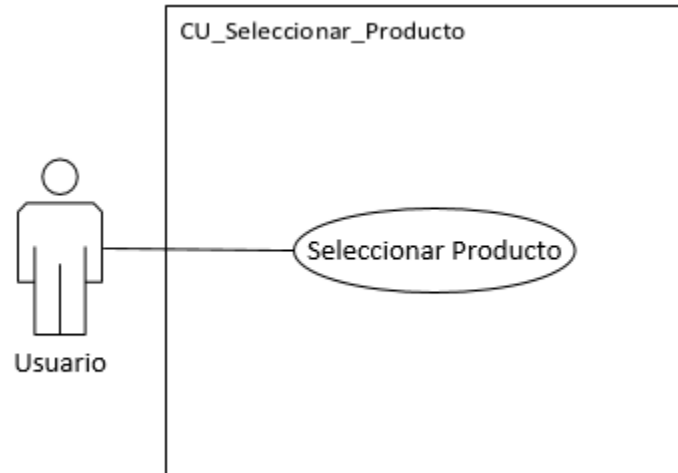
 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

*7. Escenario de Caso de Uso Seleccionar Producto.*

<b>Nombre del caso de uso:</b> CU_Seleccionar_producto	
<b>Área:</b> línea de producción	
<b>Actores:</b> Operador, técnico, administrador	
<b>Interesados:</b> Coordinador producción, coordinador metrología.	
<b>Descripción:</b> Seleccionar un producto de la lista.	
<b>Evento desencadenador:</b> Se hizo clic en el botón Seleccionar.	
<b>Pasos realizados (Ruta principal).</b>	<b>Información de los pasos.</b>
1. Se selecciona el producto a trabajar.	Se selecciona un nombre de producto de la lista
2. Se da clic en el botón seleccionar	
<b>Pre condiciones:</b> Que el producto a seleccionar exista	
<b>Post condiciones:</b> Se seleccionó el producto y es posible utilizarlo en producción.	
<b>Suposiciones:</b> El usuario inicio sesión correctamente con acceso a la opción de seleccionar el producto.	
<b>Garantía de éxito:</b> Que se haya seleccionado el producto de la lista.	
<b>Garantía mínima:</b>	
<b>Requerimientos cumplidos:</b> Se seleccionó producto.	
<b>Cuestiones pendientes:</b>	
<b>Prioridad:</b> Alta.	
<b>Riesgo:</b> Medio.	

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

**8. Diagrama de Caso de Uso Seleccionar Producto.**

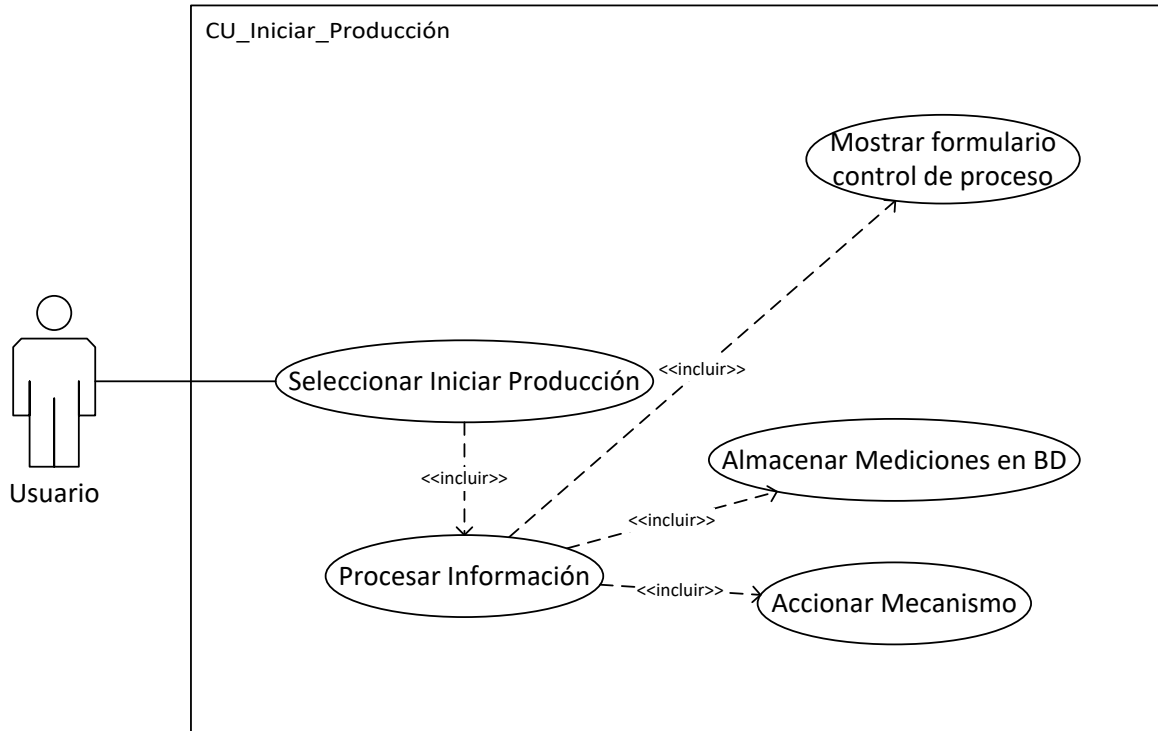


 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

*9. Escenario de caso de Uso Iniciar Producción.*

<b>Nombre del caso de uso:</b> CU_Iniciar_producción	
<b>Área:</b> línea de producción	
<b>Actores:</b> Usuario	
<b>Interesados:</b> Coordinador producción, coordinador metrología	
<b>Descripción:</b> Inicia la captura de datos provenientes de la pesadora e inicia el sistema de clasificación del producto.	
<b>Evento desencadenador:</b> Se hizo clic en la opción de iniciar producción.	
<b>Pasos realizados (Ruta principal).</b>	<b>Información de los pasos.</b>
1. En la pantalla general se da clic en el botón 'Producción'	
2. Se da clic en el botón 'iniciar'	
3. El sistema inhabilita el botón 'iniciar'	El formulario de control muestra al usuario el peso del último producto que fue medido, las estadísticas del proceso, y los parámetros del producto que se está trabajando. También permite modificar los parámetros del producto dinámicamente para ajustarlos a las necesidades puntuales del proceso productivo.
4. Se almacenan las mediciones de peso en la base de datos.	El peso de cada producto que pasa por la pesadora queda registrado en la BD.
5. Se compara el peso medido por la pesadora con los rangos establecidos por receta. Si el peso esta fuera de parámetros, se realiza el desvío del producto.	Si el peso está por fuera de las especificaciones del producto, se procede a enviar una señal al mecanismo (conveyor) de desvío para su posterior rechazo.
<b>Pre condiciones:</b> Que se haya seleccionado un producto del listado de productos y que haya ingresado a la pantalla 'Producción'	
<b>Post condiciones:</b> El sistema de información entra en modo de producción, se registran en la base de datos las estadísticas de producción.	
<b>Suposiciones:</b> El usuario necesita que el sistema de información entre en producción.	
<b>Garantía de éxito:</b> Que el sistema haya entrado en modo de producción y este registrando los datos de pesos enviados por la pesadora.	
<b>Garantía mínima:</b>	
<b>Requerimientos cumplidos:</b> Iniciar producción.	
<b>Cuestiones pendientes:</b>	
<b>Prioridad:</b> Alta.	
<b>Riesgo:</b> Medio.	

**10. Diagrama de caso de Uso Iniciar Producción.**



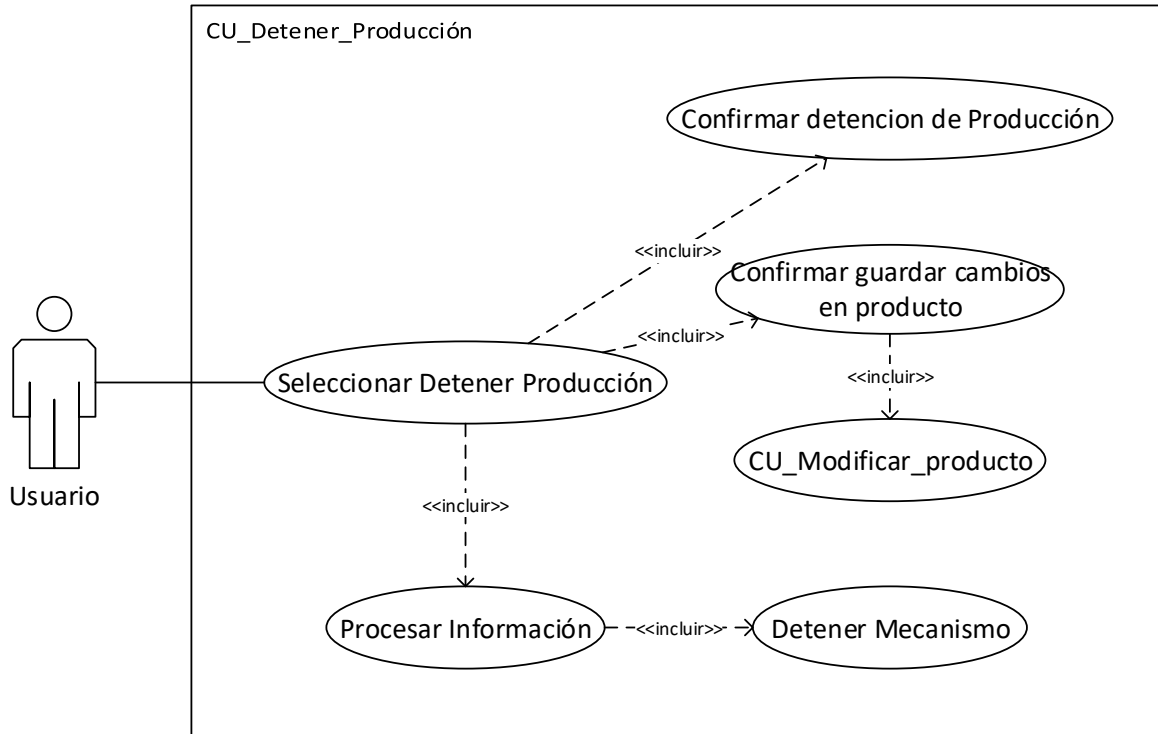
 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

*11. Escenario de Caso de Uso Detener Producción.*

<b>Nombre del caso de uso:</b> CU_Detener_produccion	
<b>Área:</b> Línea de producción	
<b>Actores:</b> Usuario	
<b>Interesados:</b> Coordinador de producción, coordinador de metrología.	
<b>Descripción:</b> Detiene la captura de datos provenientes de la pesadora, suspende el sistema de almacenamiento de estadísticas de producción, detiene el sistema de rechazo de producto no conforme.	
<b>Evento desencadenador:</b> Se hizo clic en el botón 'Terminar'.	
<b>Pasos realizados (Ruta principal)</b>	<b>Información de los pasos</b>
1. Se da clic en el botón 'Terminar'.	
2. Se pide confirmación al usuario para detener el funcionamiento del sistema en producción.	
3. Se pide confirmación al usuario para almacenar los cambios en el producto que se está trabajando, siempre y cuando estos hayan sido modificados.	Si se han realizado ajustes al producto que se estaba trabajando, el sistema permitirá almacenar o descartar dichos cambios en el producto almacenado en base de datos de productos. CU_Modificar_Producto.
4. El sistema de información deja de almacenar las mediciones de peso en la base de datos.	El sistema deja de registrar la información proveniente de la pesadora, por tanto, no realiza el desvío del producto que este fuera de especificaciones.
<b>Pre condiciones:</b> El sistema de información debe de estar en modo de producción.	
<b>Post condiciones:</b> Se almacenan los cambios en el producto, siempre y cuando se hayan realizado cambios en sus parámetros y se solicita confirmación al usuario, se almacenan las estadísticas de producción en la base de datos, se almacena la fecha y el usuario que finalizo producción en la tabla de auditoria.	
<b>Suposiciones:</b> El sistema sale del modo de producción correctamente, se almacenan adecuadamente los datos de producto, producción y auditoria.	
<b>Garantía de éxito:</b> Que el sistema salga del modo de producción y deje de registrar los datos de peso enviados por la pesadora.	
<b>Garantía mínima:</b>	
<b>Requerimientos cumplidos:</b> Detener producción.	
<b>Cuestiones pendientes:</b>	
<b>Prioridad:</b> Alta.	
<b>Riesgo:</b> Medio.	



**12. Diagrama de Caso de Uso Detener Producción.**

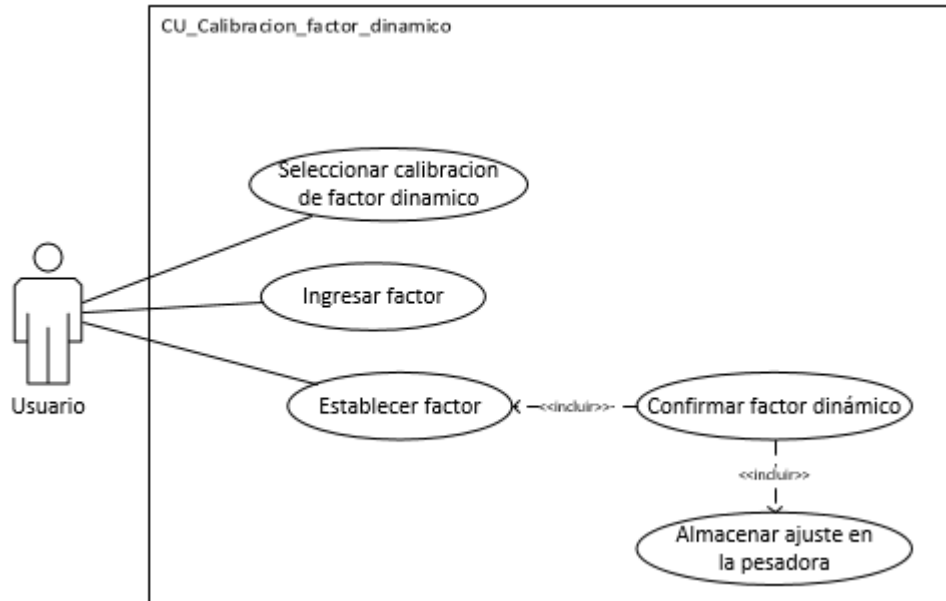


 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

*13. Escenario de Caso de Uso Calibración Factor Dinámico.*

<b>Nombre del caso de uso:</b> CU_Calibracion_factor_dinamico	
<b>Área:</b> Línea de producción.	
<b>Actores:</b> Administrador y Técnico	
<b>Interesados:</b> Coordinador de producción, coordinador metrología.	
<b>Descripción:</b> Permite calibrar el factor de corrección dinámica de la pesadora	
<b>Evento desencadenador:</b> Se hizo clic en el botón 'Calibración'.	
<b>Pasos realizados (Ruta principal)</b>	<b>Información de los pasos</b>
1. Ingresar el factor de corrección dinámica en el campo de texto.	El valor está comprendido entre 1100000 y 900000. Que equivalen a 1.1 y 0.9 respectivamente.
2. Dar clic en el botón Establecer	Las bandas deben de estar en movimiento para realizar este ajuste.
3. Se pide confirmación al usuario para cambiar el valor.	Si el usuario no confirma el cambio, el sistema retorna al valor anterior y no almacena los cambios.
4. Se ajusta factor dinámico en la pesadora.	Se envían los parámetros a la pesadora y se le confirma al usuario que se estableció el factor dinámico.
<b>Pre condiciones:</b> El usuario haya ingresado al sistema y tenga el nivel de acceso para realizar esta operación.	
<b>Post condiciones:</b> La pesadora acepta el valor de ajuste dinámico y se ajusta al patrón, se almacena en la tabla de auditoria la fecha, el usuario, el valor actual y el anterior.	
<b>Suposiciones:</b> El sistema queda ajustado y muestra el peso correcto de acuerdo al equipo de pesaje.	
<b>Garantía de éxito:</b> Que la pesadora quede calibrada adecuadamente para el pesaje dinámico.	
<b>Garantía mínima:</b> La pesadora debe tener una buena repetitividad.	
<b>Requerimientos cumplidos:</b> Ajuste del factor dinámico de la pesadora.	
<b>Cuestiones pendientes:</b>	
<b>Prioridad:</b> Alta	
<b>Riesgo:</b> Alto	

**14. Diagrama de Caso de Uso Calibración Factor Dinámico**

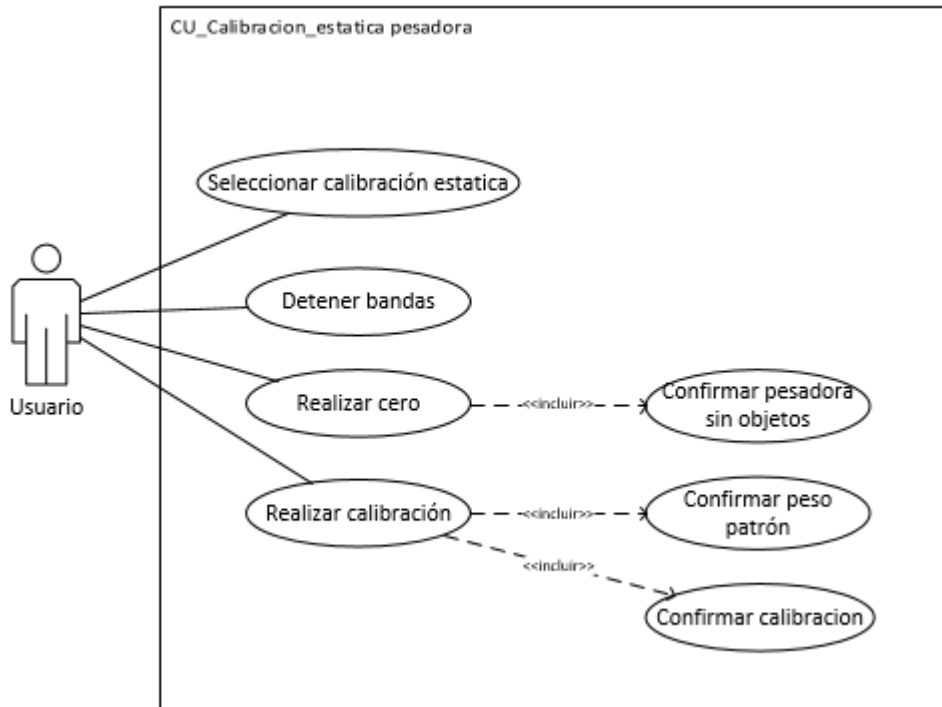


 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

*15. Escenario de Caso de Uso Calibración Estática Pesadora.*

<b>Nombre del caso de uso:</b> CU_Calibracion_Estatica_Pesadora	
<b>Área:</b> Línea de producción.	
<b>Actores:</b> Administrador y Técnico	
<b>Interesados:</b> Coordinador de producción, Coordinador de metrología.	
<b>Descripción:</b> Permite hacer el ajuste estático de la pesadora.	
<b>Evento desencadenador:</b> Se hizo clic en la opción de calibración estática.	
<b>Pasos realizados (Ruta principal)</b>	<b>Información de los pasos</b>
1. Confirmar que las bandas transportadoras están detenidas.	Para realizar la calibración el equipo debe de estar totalmente detenido.
2. Confirmar que la pesadora no tiene ningún objeto sobre su superficie.	La pesadora debe estar libre de cualquier producto u objeto sobre su superficie.
3. Dar Clic en el botón 'Cero'.	El actor confirma que desea establecer el cero. La pesadora calculara el peso en vacío o sin carga.
4. Colocar el peso patrón sobre la pesadora.	El usuario debe colocar un peso certificado sobre la superficie de pesaje. (1kg).
5. Dar clic en el botón 'Span'.	La pesadora corrige el error o desviación con relación al peso patrón.
6. Confirmar calibración.	Se almacena la calibración en la memoria de la pesadora.
7. El sistema confirma que la calibración estática se ha realizado.	Se completó la calibración sin errores.
<b>Pre condiciones:</b> El usuario ingreso al sistema y tiene el nivel de acceso para realizar la operación.	
<b>Post condiciones:</b> La pesadora acepta el ajuste estático y se ajusta al patrón, se almacena en la tabla de auditoria la calibración realizada los datos de la fecha, tipo de calibración y el usuario que realizo la calibración.	
<b>Suposiciones:</b> El sistema queda ajustado y muestra el peso correcto de acuerdo al equipo de pesaje patrón.	
<b>Garantía de éxito:</b> Que la pesadora quede ajustada dentro del margen de error aceptable.	
<b>Garantía mínima:</b> La pesadora tienen buena repetitividad.	
<b>Requerimientos cumplidos:</b> Ajuste estático de la pesadora.	
<b>Cuestiones pendientes:</b>	
<b>Prioridad:</b> Alta	
<b>Riesgo:</b> Alto	

*16. Diagrama de Caso de Uso Calibración Estática Pesadora.*

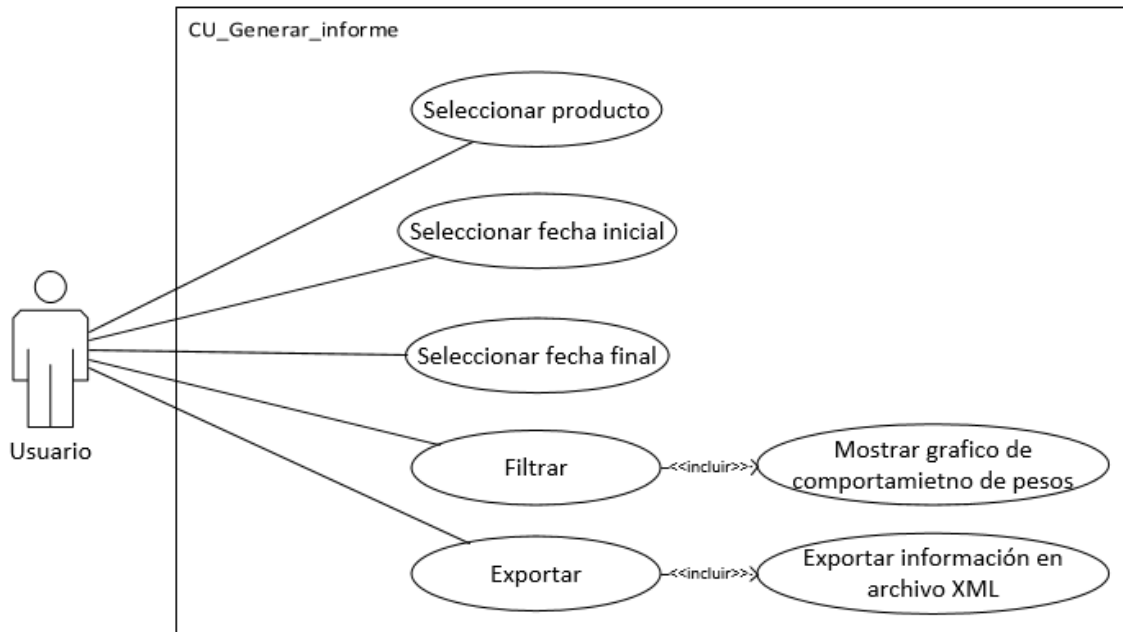


 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

*17. Escenario de Caso de Uso Generar Informe.*

<b>Nombre del caso de uso:</b> CU_Generar_Informe	
<b>Área:</b> Línea de producción.	
<b>Actores:</b> Operador, Coordinador de producción, coordinador de metrología	
<b>Interesados:</b> Coordinador de producción, coordinador de metrología.	
<b>Descripción:</b> Permite generar informes del comportamiento del peso del producto en un lapso de tiempo dado.	
<b>Evento desencadenador:</b> El usuario da clic en el botón informes.	
<b>Pasos realizados (Ruta principal)</b>	<b>Información de los pasos</b>
1. Dar clic en el botón 'Informe'.	
2. Seleccionar el producto al cual se le va a generar el informe.	En la opción de productos, se selecciona el producto al cual se desea generar el informe.
3. Seleccionar la fecha Inicio.	Fecha inicial desde la cual se quiere filtrar el comportamiento del peso del producto.
4. Seleccionar la fecha final.	Fecha final hasta la cual se quiere filtrar el comportamiento del peso del producto.
5. Dar clic en el botón 'Filtrar'	En el momento de filtrar, se muestra en pantalla la gráfica del comportamiento del peso del producto en los rangos de tiempo seleccionado.
6. Dar clic en el botón 'Exportar'	Con la ejecución de esta opción se exporta a un archivo XML la información de los pesos medidos y el historial de las modificaciones realizadas al producto.
<b>Pre condiciones:</b> El producto debe. El usuario debe haber ingresado al sistema y debe tener claridad de la consulta o comportamiento de peso del producto que desea realizar.	
<b>Post condiciones:</b> El informe se genera correctamente y es posible exportarlo en un archivo XML.	
<b>Suposiciones:</b> Hay por lo menos un producto almacenado.	
<b>Garantía de éxito:</b> Se genera el informe que requiere el usuario.	
<b>Garantía mínima:</b> Que el producto haya trabajado en la línea de producción.	
<b>Requerimientos cumplidos:</b> Visualizar el comportamiento de peso de un producto en un tiempo especificado, generar informes y exportar datos.	
<b>Cuestiones pendientes:</b>	
<b>Prioridad:</b> Alta.	
<b>Riesgo:</b> Bajo.	

18. Diagrama de Caso de Uso Generar Informe.



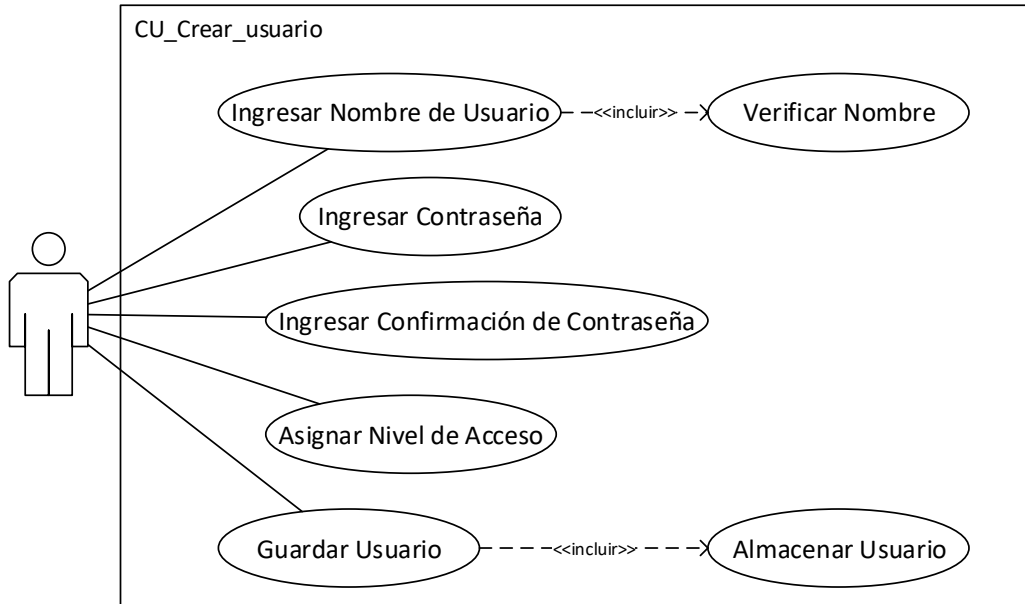
 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

*19. Escenario de Caso de Uso Crear Usuario.*

<b>Nombre del caso de uso:</b> CU_Crear_usuario	
<b>Área:</b> Línea de producción.	
<b>Actores:</b> Administrador.	
<b>Interesados:</b> Coordinador de producción, coordinador de metrología.	
<b>Descripción:</b> Permite crear un usuario y asignarle un nivel de acceso al sistema.	
<b>Evento desencadenador:</b> El Administrador de clic en el botón Nuevo.	
<b>Pasos realizados (Ruta principal)</b>	<b>Información de los pasos</b>
1. Ingresar nombre de usuario.	Único por usuario
2. Ingresar contraseña.	Debe de ser alfanumérica
3. Ingresar repetir contraseña.	
4. Asignar un nivel de acceso	El nivel de acceso puede ser nivel de Operador, técnico o Administrador.
5. Click en el botón Guardar	Si todos los datos son correctos almacena al usuario
<b>Precondiciones:</b> Que no exista el usuario en la base de datos de usuarios.	
<b>Postcondiciones:</b> El usuario queda activo en la base de datos, se almacena la fecha y el usuario en la tabla de auditoria.	
<b>Suposiciones:</b> Se almaceno correctamente al usuario en la base de datos.	
<b>Garantía de éxito:</b>	
<b>Garantía mínima:</b>	
<b>Requerimientos cumplidos:</b> Crear usuario.	
<b>Cuestiones pendientes:</b>	
<b>Prioridad:</b> Alta.	
<b>Riesgo:</b> Bajo.	



20. Diagrama de Caso de Uso Crear Usuario.

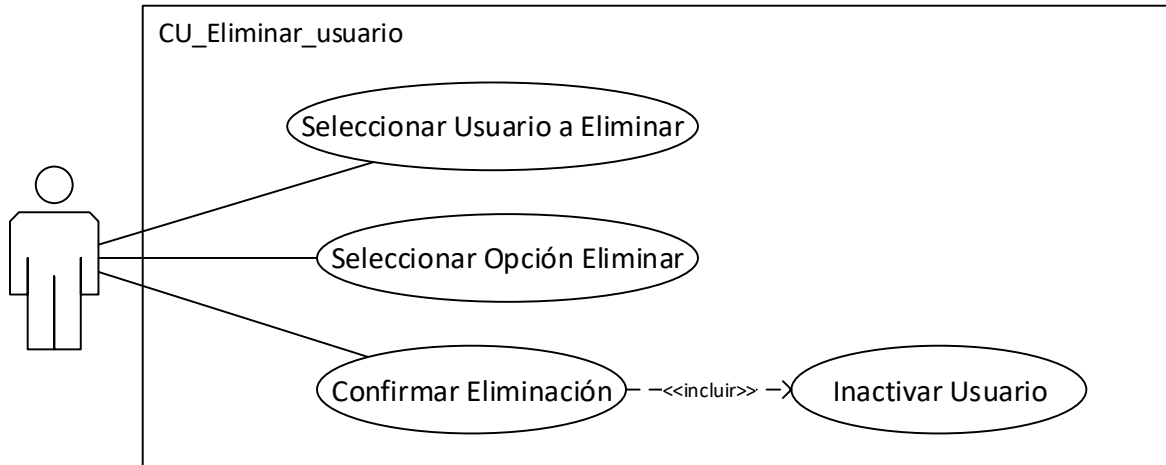


 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

*21. Escenario de Caso de Uso Eliminar Usuario.*

<b>Nombre del caso de uso:</b> CU_Eliminar_usuario	
<b>Área:</b> Línea de producción.	
<b>Actores:</b> Administrador.	
<b>Interesados:</b> Coordinador de producción, coordinador de metrología.	
<b>Descripción:</b> Permite eliminar un usuario a la vez.	
<b>Evento desencadenador:</b> El usuario con rol de administrador da clic en el botón de eliminar usuario.	
<b>Pasos realizados (Ruta principal)</b>	<b>Información de los pasos</b>
1. Seleccionar usuario a eliminar.	
2. El usuario con rol de administrador selecciona el botón eliminar.	
3. El sistema solicita confirmación de si realmente se quiere eliminar el usuario seleccionado.	Para la confirmación afirmativa se muestra en pantalla "Se ha eliminado el usuario". Para la negativa se muestra "proceso de eliminación cancelado".
4. El sistema confirma la eliminación del usuario.	El usuario nunca se borra de la base de datos, solo se inactiva.
<b>Precondiciones:</b> El usuario a eliminar debe estar creado con anterioridad. El usuario administrador no puede ser borrado.	
<b>Postcondiciones:</b> Se cambia el estado de activo a inactivo en la base de datos, se almacena la operación en la tabla de auditoria.	
<b>Suposiciones:</b> Se inactivó al usuario correctamente. El usuario seleccionado no es el Administrador.	
<b>Garantía de éxito:</b> Usuario con estado inactivo en base de datos.	
<b>Garantía mínima:</b>	
<b>Requerimientos cumplidos:</b> Eliminar usuario.	
<b>Cuestiones pendientes:</b>	
<b>Prioridad:</b> Alta.	
<b>Riesgo:</b> Bajo.	

22. Diagrama de Caso de Uso Eliminar Usuario

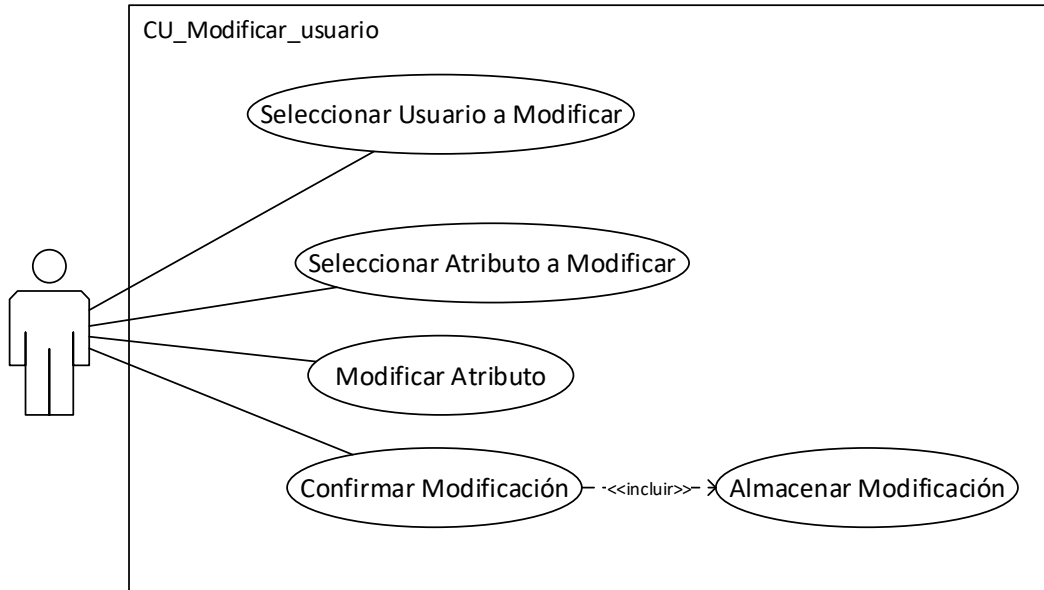


 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

*23. Escenario de Caso de Uso Modificar Usuario.*

<b>Nombre del caso de uso:</b> CU_Modificar_usuario	
<b>Área:</b> Línea de producción.	
<b>Actores:</b> Administrador.	
<b>Interesados:</b> Coordinador de producción, coordinador de metrología.	
<b>Descripción:</b> Permite modificar la contraseña y el nivel de un usuario.	
<b>Evento desencadenador:</b> El Actor da clic en el botón 'modificar'.	
<b>Pasos realizados (Ruta principal)</b>	<b>Información de los pasos</b>
1. Seleccionar usuario a modificar.	Depende del nivel. Los actores con nivel de acceso administrador pueden seleccionar cualquier usuario para modificar su clave o su nivel. Los actores con nivel de acceso Operador o Técnico pueden cambiar la clave.
2. Dar clic en el botón 'Modificar'	Habilita en pantalla campos de atributos del usuario a realizar la modificación.
3. Cambia el atributo deseado (contraseña, nivel).	Esto depende de las restricciones mencionadas en el paso anterior.
4. Dar clic en el botón 'Guardar'	El sistema solicita confirmación si realmente se quiere modificar el usuario. Si hay un error nos permite cancelar la operación.
5. Se modifica los datos del usuario.	
<b>Pre condiciones:</b> El usuario a modificar debe estar creado con anterioridad.	
<b>Post condiciones:</b> Se modifican los datos de usuario en la base de datos, se almacena la acción en la tabla de auditoria.	
<b>Suposiciones:</b> Se modificó al usuario correctamente.	
<b>Garantía de éxito:</b>	
<b>Garantía mínima:</b>	
<b>Requerimientos cumplidos:</b> Modificar usuario.	
<b>Cuestiones pendientes:</b>	
<b>Prioridad:</b> Alta.	
<b>Riesgo:</b> Bajo.	

24. Diagrama de Caso de Uso Modificar Usuario.

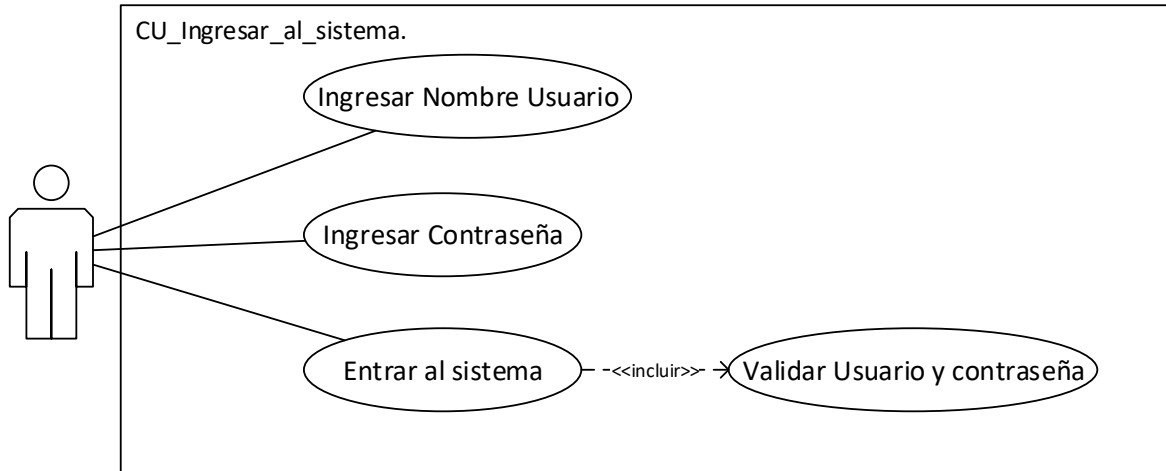


 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

*25. Escenario de Caso de Uso Ingresar al Sistema.*

<b>Nombre del caso de uso:</b> CU_Ingresar_al_sistema.	
<b>Área:</b> Línea de producción.	
<b>Actores:</b> Usuarios, Administrador.	
<b>Interesados:</b> Coordinador de producción, coordinador de metrología.	
<b>Descripción:</b> Permite ingresar al sistema con los privilegios establecidos al usuario.	
<b>Evento desencadenador:</b> El usuario da clic en el botón 'ingresar'	
<b>Pasos realizados (Ruta principal)</b>	<b>Información de los pasos</b>
1. Seleccionar o Ingresar nombre de usuario.	En el caso de ingresar nombre de Usuario, debe realizarse en el campo 'Usuario'
2. Ingresar contraseña.	Se digita la contraseña en el campo Contraseña
3. Dar clic en el Botón 'Ingresar'	El sistema valida el usuario y la contraseña. Si hay un error el sistema impedirá el acceso del usuario.
4. El usuario ingresa al sistema.	El sistema confirma el ingreso al sistema.
<b>Pre condiciones:</b> El usuario existe en la base de datos.	
<b>Post condiciones:</b> El usuario ingresa al sistema con los privilegios que tiene asignados.	
<b>Suposiciones:</b> El usuario conoce la clave de acceso	
<b>Garantía de éxito:</b> El usuario ingreso al sistema	
<b>Garantía mínima:</b>	
<b>Requerimientos cumplidos:</b> Ingresar al sistema.	
<b>Cuestiones pendientes:</b>	
<b>Prioridad:</b> Alta.	
<b>Riesgo:</b> Bajo.	

26. Diagrama de caso de Uso Ingresar al Sistema



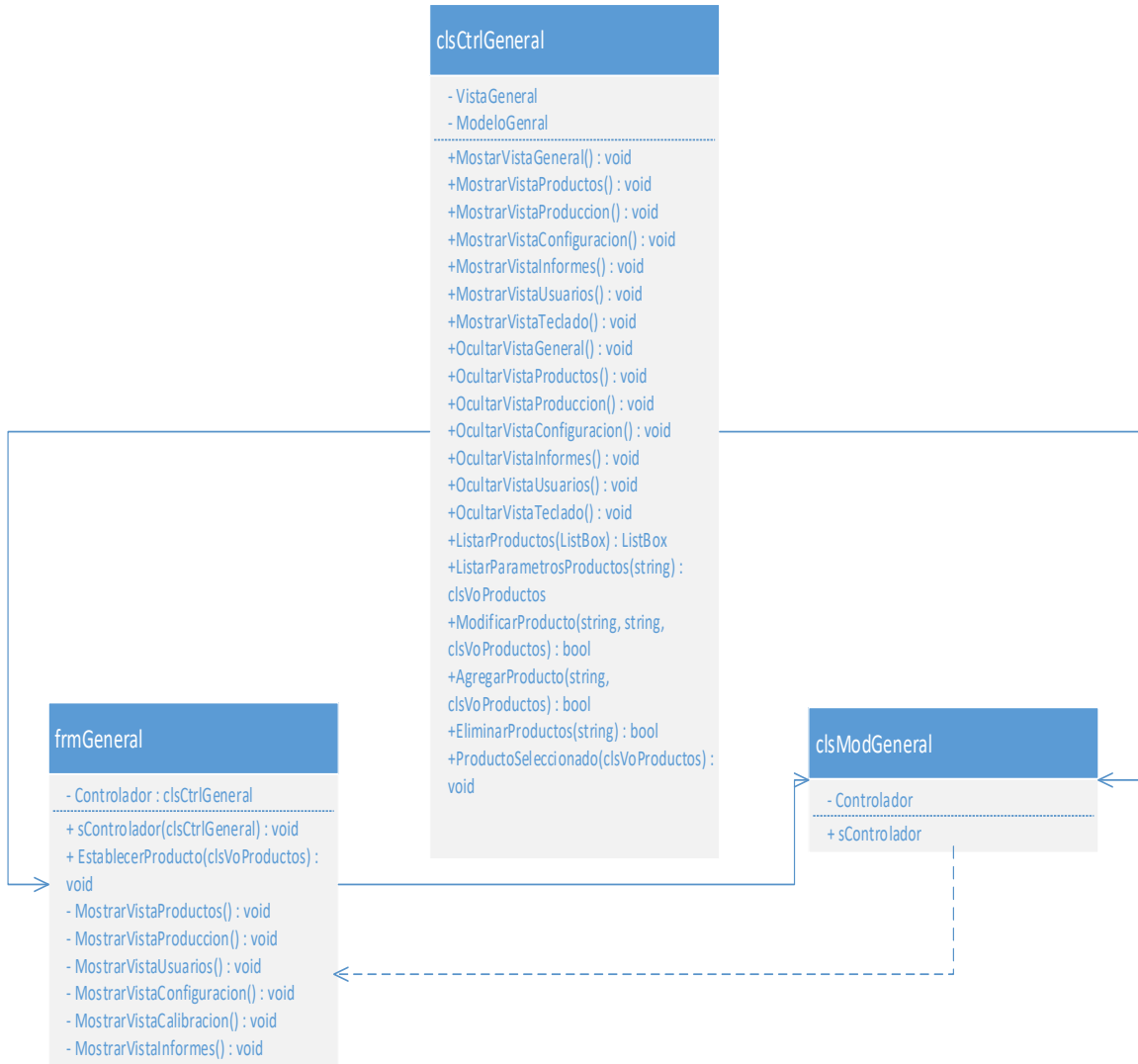
 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

## Apéndice D. Ampliación sectorizada del diagrama de clases.

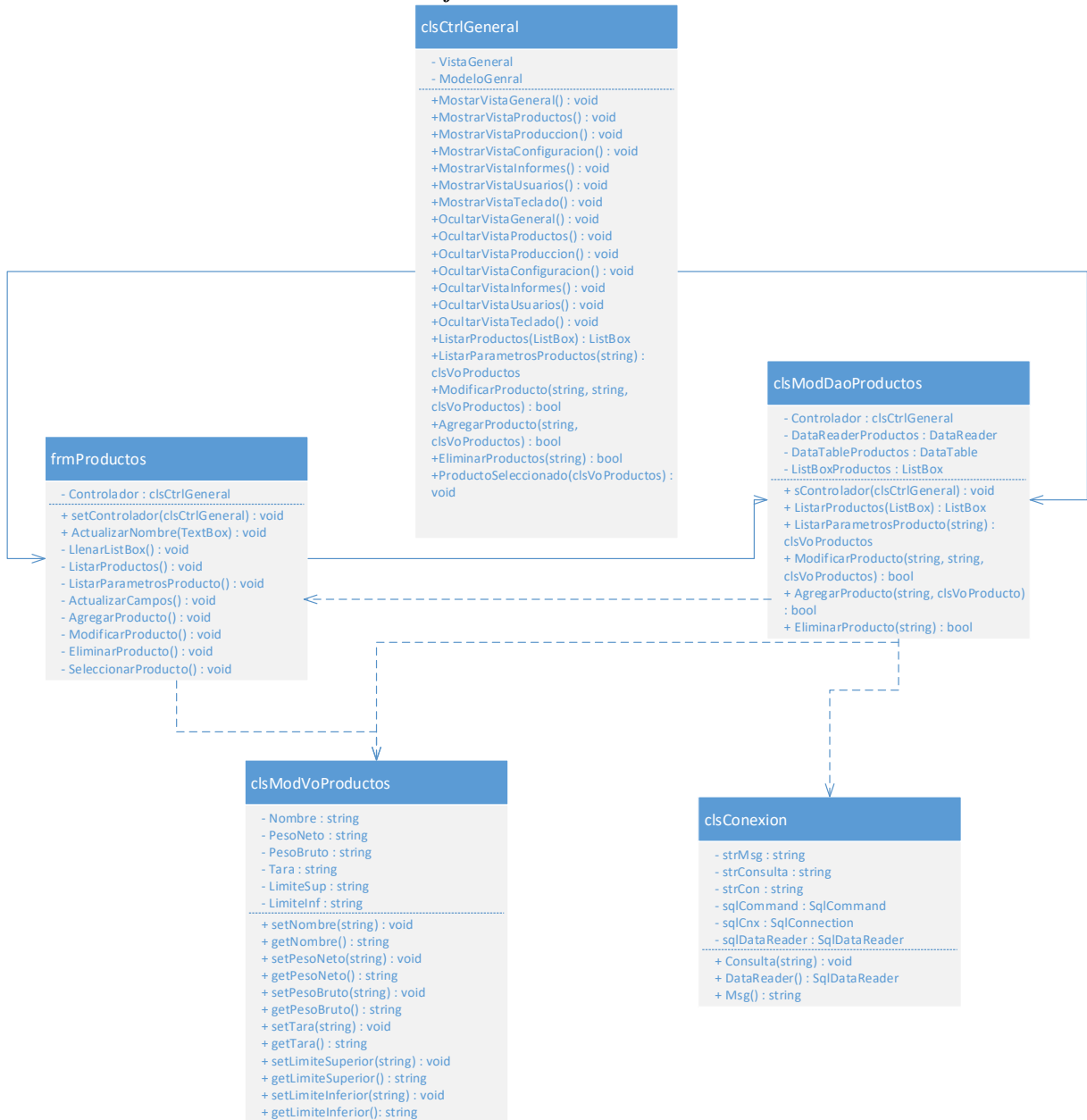
1. RELACIÓN ENTRE CLASES CLSCTRLGENERAL, CLSMODGENERAL Y VISTA FRMGENERAL. ....	137
2. RELACIÓN ENTRE CLASES CLSCTRLGENERAL, CLSMODDAOPRODUCTOS, CLSMODVOPRODUCTOS, CLSCONEXION Y VISTA ....	138
3. RELACIÓN ENTRE CLASES CLSCTRLGENERAL, CLSMODPRODUCCIÓN Y VISTA FRMPRODUCCIÓN.....	139
4. RELACIÓN ENTRE CLASES CLSCTRLGENERAL, CLSMODUSUARIOS Y VISTA FRMUSUARIOS. ....	140
5. RELACIÓN ENTRE CLASES CLSCTRLGENERAL, CLSMODCALIBRACION Y VISTA FRMCALIBRACION .....	141
6. RELACIÓN ENTRE CLASES CLSCTRLGENERAL, CLSMODREPORTES Y VISTA FRMREPORTES.....	142
7. RELACIÓN ENTRE CLASES CLSCTRLGENERAL, CLSMODCONFIRACION Y VISTA FRMCONFIGURACION.....	143



1. Relación entre clases clsCtrlGeneral, clsModGeneral y vista frmGeneral.



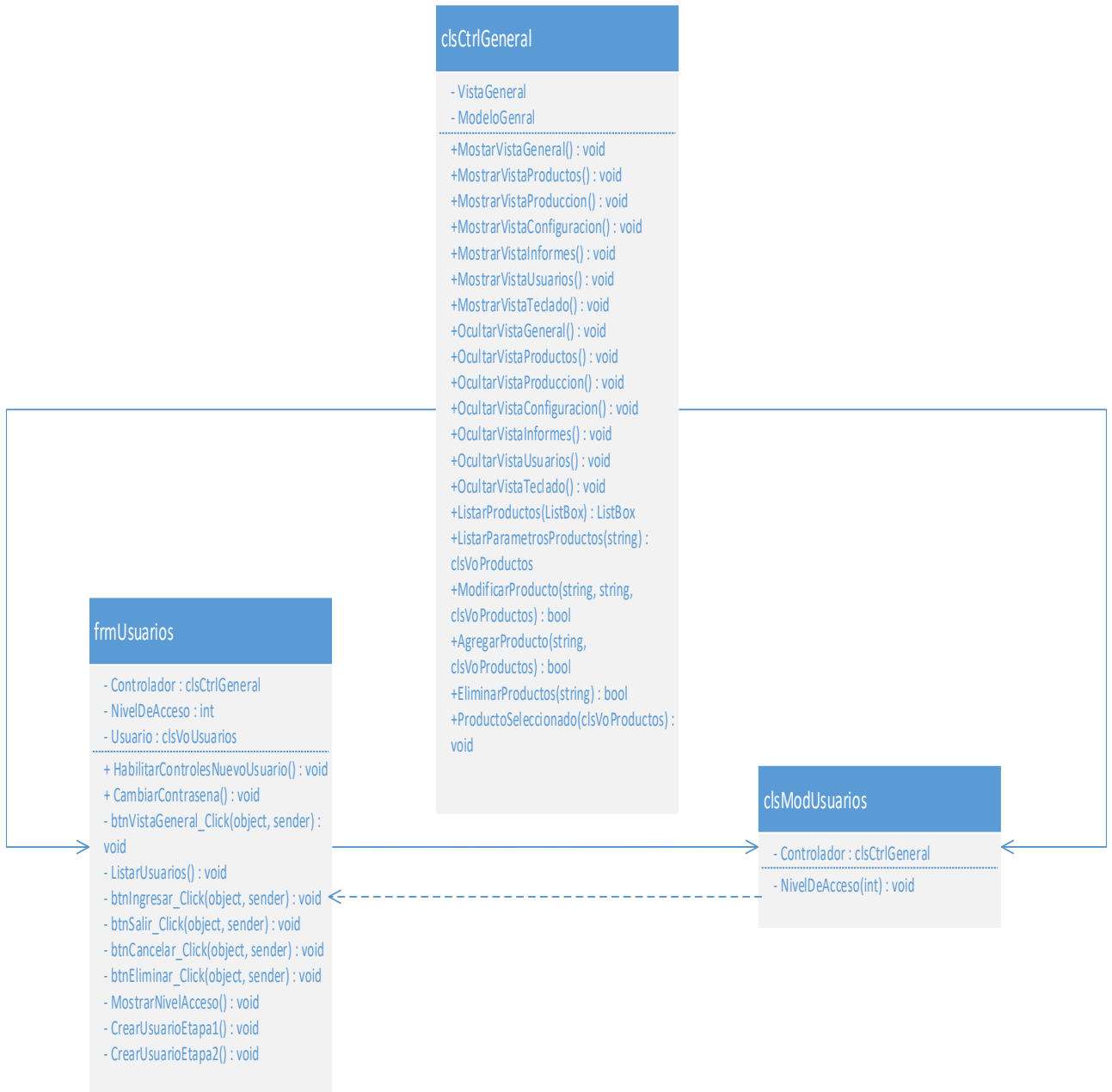
**2. Relación entre clases *clsCtrlGeneral*, *clsModDaoProductos*, *clsModVoProductos*, *clsConexion* y vista *frmProductos*.**



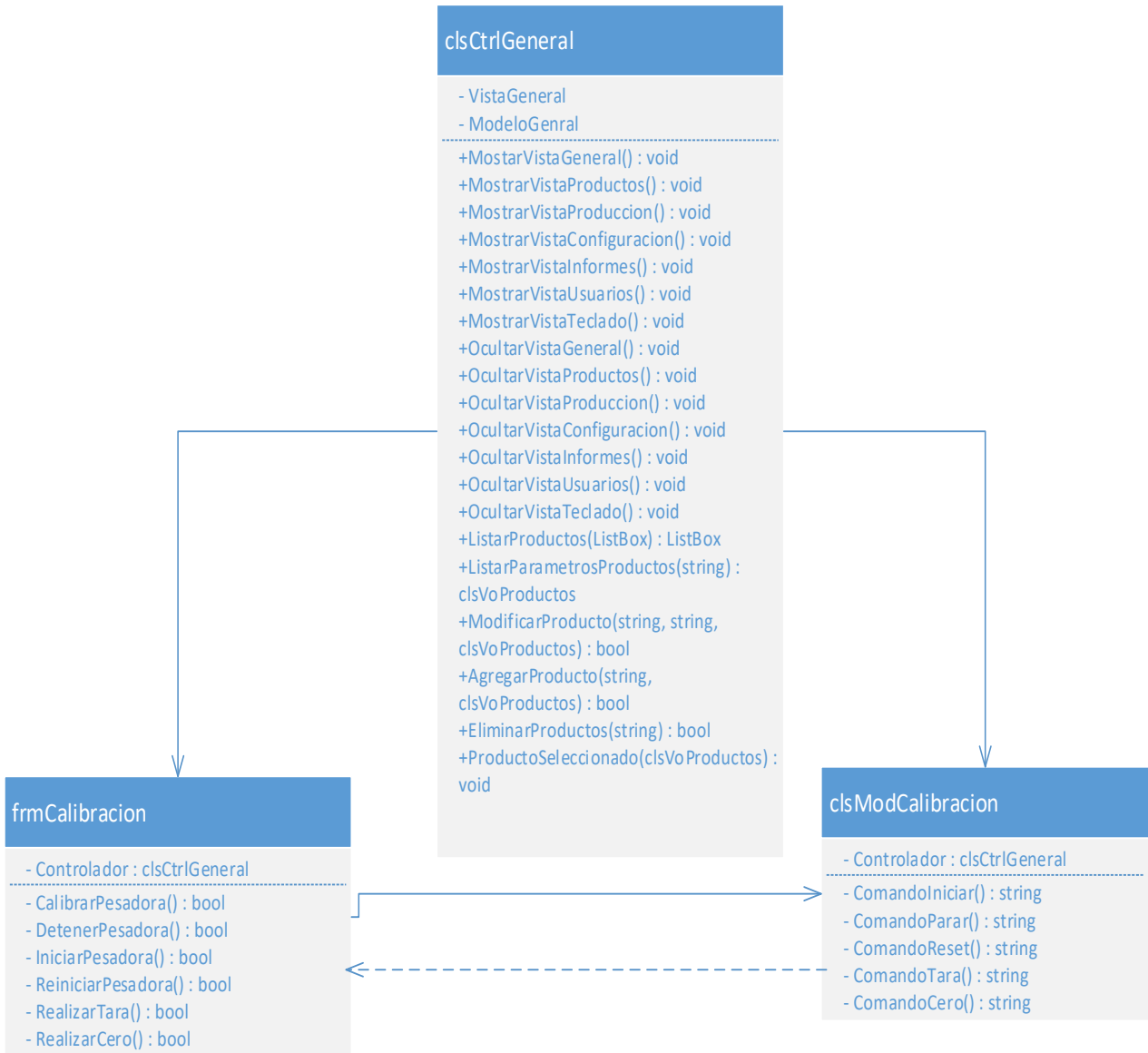
**3. Relación entre clases *clsCtrlGeneral*, *clsModProducción* y vista *frmProducción*.**



**4. Relación entre clases clsCtrlGeneral, clsModUsuarios y vista frmUsuarios.**

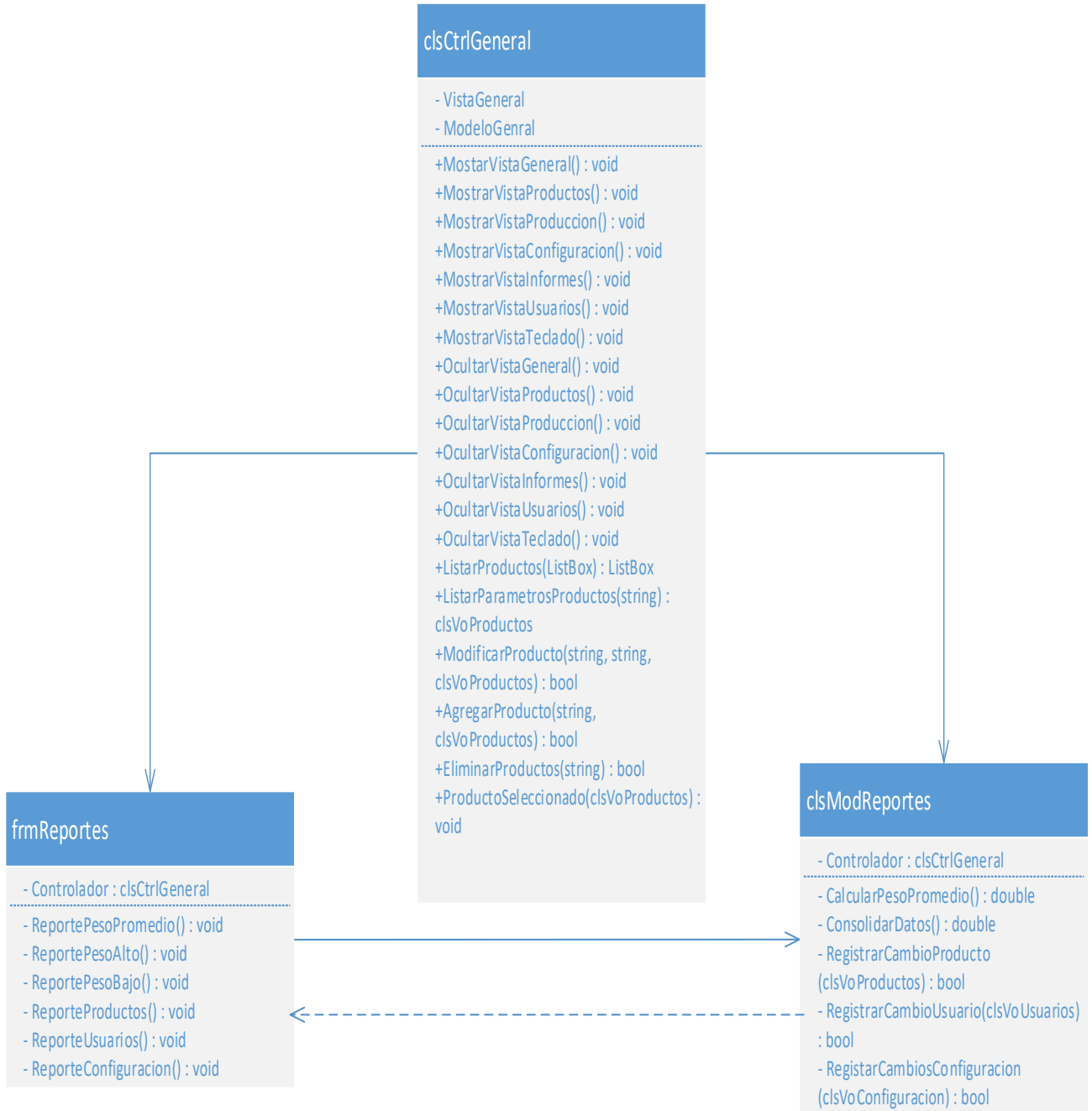


**5. Relación entre clases *clsCtrlGeneral*, *clsModCalibracion* y vista *frmCalibracion***

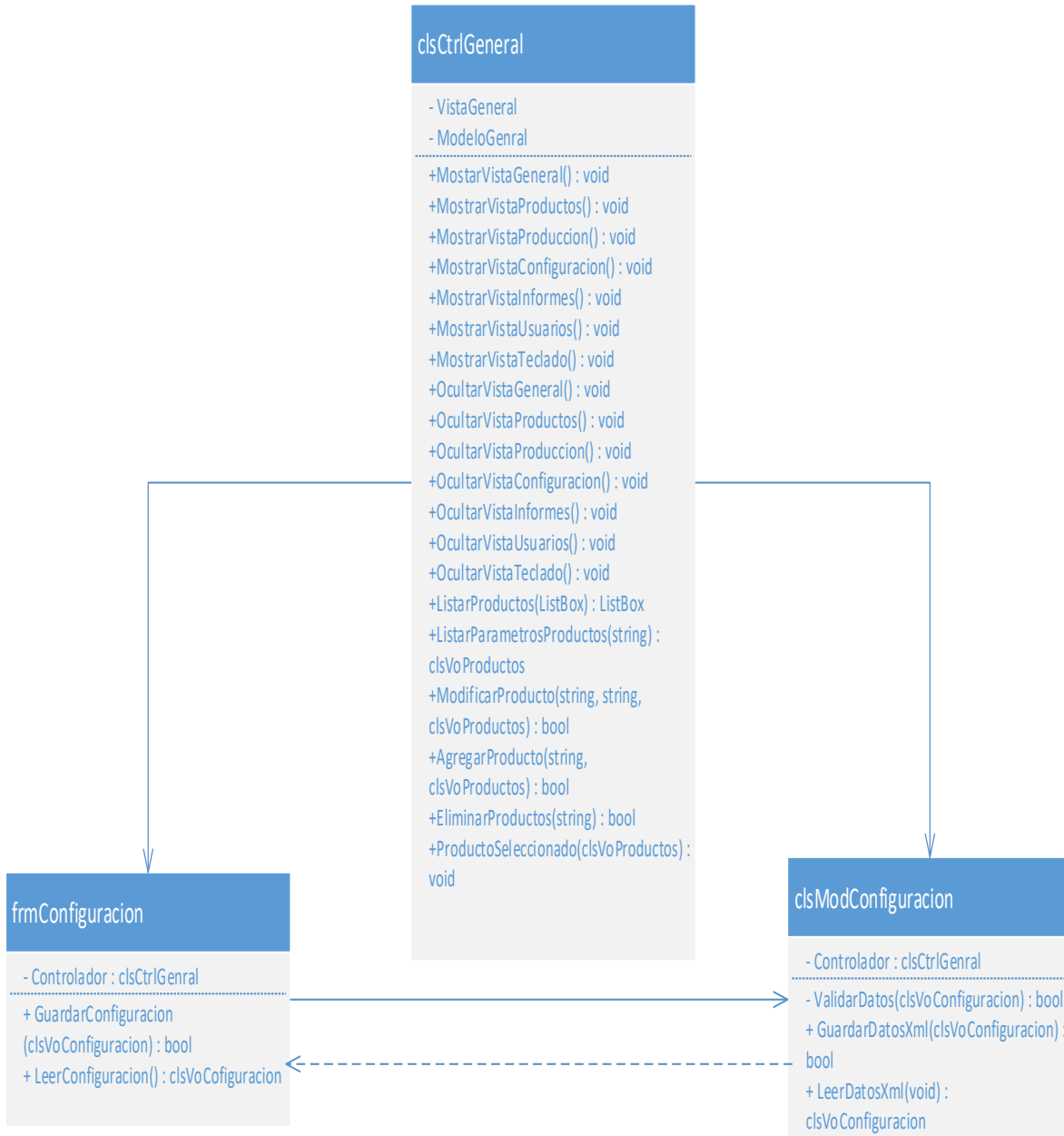


 <b>Institución Universitaria</b>	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	<b>Código</b>	FDE 089
		<b>Versión</b>	03
		<b>Fecha</b>	2017-05-02

**6. Relación entre clases *clsCtrlGeneral*, *clsModReportes* y vista *frmReportes*.**



**7. Relación entre clases *clsCtrlGeneral*, *clsModConfiguracion* y vista *frmConfiguracion*.**



	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2017-05-02

FIRMA ESTUDIANTES \_\_\_\_\_

	_____ _____ FIRMA ASESOR <i>Pedro Tenorio</i> _____ FECHA ENTREGA: _____
--	--

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD _____		
RECHAZADO___	ACEPTADO___	ACEPTADO CON MODIFICACIONES___
		ACTA NO. _____
		FECHA ENTREGA: _____

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD _____
ACTA NO. _____
FECHA ENTREGA: _____