



INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALURGICO

“Dr. Antonio Núñez Jiménez”.

Facultad de Metalurgia - Electromecánica

Moa, Holguín

Trabajo de Diploma

TÍTULO: SOFTWARE PARA EVALUAR EL COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS METALÚRGICAS Y CALCULAR EL BALANCE DE MASA EN EL PROCESO DE CALCINACIÓN EN FERRONÍQUEL MINERA S.A.

Autor: Osmany Cedeño Martínez

Tutores: Dr.C. Jose Alberto Pons Herrera.

Ing. Yoisell Cervantes Almaguer

Consultante: Ing. Edgar Nuñez Torres

Moa, 2010



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Osmany Cedeño Martínez, declaro que soy autor principal de la tesis, junto con el coautor Tu Le Manh en el desarrollo del software Balance de Masa y autorizo al Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa para que hagan el uso que estimen pertinente con este trabajo.

Para que así conste firmo la presente a los ____ días del mes de _____ del 2010.

Nombre completo de autor

Osmany Cedeño Martínez

Nombre completo de coautor

Tu Le Manh

Nombre completo de primer tutor

Dr.C.Jose Alberto Pons Herrera

Nombre completo del primer tutor

Ing. Yoisel Cervantes Almaguer

Nombre completo del segundo tutor



PENSAMIENTO

La misión es el corazón de lo que hacemos como equipo. Las metas son simples pasos para lograrla. La misión es permanente. Las metas, temporales, y una vez logradas, reemplazadas por otras.

Patrick Dixon



AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a todas esas personas que de una forma directa o indirecta han colaborado en la realización de este trabajo.

Gracias a mi madre por su apoyo incondicional.

A George Barroso por no cansarte de ayudarme en todos los momentos que pedí ayuda.

A mi hermano por confiar en mí y por apoyarme en todo.

A mi familia por todo su apoyo.

A mis compañeros de aula por estar siempre presente.

A Edgar por apoyarme y estar siempre disponible para ayudarme.

A mis tutores gracias por toda su ayuda y esfuerzo para que todo saliera adelante.

Quiero dar agradecimiento especial a Tu Le Manh por ayudarme tanto en desarrollo del proyecto, por su paciencia e incondicionalidad.

Osmany Cedeño Martínez



DEDICATORIA

A mi madre, a quien quiero mucho

A mi padrastro, a quien quiero como a un padre.

A mi hermano.

A mi familia.

A mis amigos.

Osmany Cedeño Martínez.



RESUMEN

Los trabajos que se desarrollan actualmente en Cuba para futura instalación de plantas para la producción de ferroniquel, necesitan de softwares que permitan procesar volúmenes de datos técnicos, que luego son utilizados en la industria para el control de diversos procesos tecnológicos.

Al poner en explotación el sistema se resuelve uno de los problemas más importantes de la industria de ferroniquel, relacionado con la automatización de los balances de masa aplicados a los minerales que procesará la planta, así como la conformación de mezclas metalúrgicas que se utilizarán en la alimentación al proceso productivo.

Hasta el momento no se cuenta con un software especializado en la entidad, para el desarrollo de los diferentes cálculos metalúrgicos y hay que recurrir al uso de hojas de cálculo por lo que el trabajo de los especialistas es más engorroso.

El trabajo es de gran utilidad y actualidad para la naciente industria del FeNi y permite aplicar los resultados del trabajo a las áreas de tecnología y operaciones de la planta, así como contribuye a la superación técnica de los profesionales que ingresarán a la empresa.

Este trabajo cuenta con cuatro capítulos; el Cap1 aborda una breve descripción de diferentes conceptos imprescindibles que le dan base a la investigación, y las herramientas que se van a utilizar en el desarrollo del software; el Cap2 refleja una descripción sobre las principales funcionalidades del sistema; el Cap3 se describen en detalles los flujos de trabajos relacionados a estas etapas de diseño e implementación de la metodología utilizada y el Cap4 se realiza un estudio de los esfuerzos requeridos para la construcción del sistema utilizando el método de análisis del punto de casos de uso.



ABSTRACT

The works that are currently in Cuba for future installation of plants for the production of ferronickel, they need software that enables process volumes of technical data, which are then used in industry for control of various technological processes. By putting in operation the system solved one of the most important problems of the nickel industry, related to the automation of mass balances applied to Cuban minerals and the formation of metal mixtures to be used in future Moa plant. So far there is no specialized software in the state, to develop metallurgical and different calculations have to resort to using spreadsheets as the work of specialists is more cumbersome.

The work is useful today for the nascent industry FeNi allows to apply the results of work in the areas of technology and plant operations and contributes to overcoming technical professionals who will join the company.

This work counts on four chapters; the chapter number one tackles a brief description of different essential concepts that base feels to the investigation, and the tools that it are gone for utilizing in the development of the software; the chapter number two show a description on the principal functionalities of system; The work flows related to these designing stages; the chapter three describe themselves in details and implementation of methodology utilized and the chapter number four accomplishes a study of labors required for the system's construction utilizing the method of analysis of the point of cases of use.



INDICE

Capítulo1 Fundamentación teórica.....	5
Introducción	5
1.0 Empresa Ferroniquel Minera S.A	5
1.1 Visión Global.....	5
1.2 Concepto fundamental	5
1.2.1 Balance de Masa.....	5
1.3 Estudio de algunos sistemas para los procesos de balances metalúrgicos.	6
1.3.1 METSIM.	6
1.3.2 JKSIMET.....	6
1.4 Sistemas para procesos de balances metalúrgicos en Cuba.....	7
1.4.1 Empresa Pedro Sotto Alba.....	7
1.4.2 Empresa CEPRONIQUEL.....	7
1.5 Ventajas de la nueva aplicación.....	8
1.6 Herramientas, lenguaje y tecnologías a utilizar.....	8
1.6.1 Metodologías de desarrollo de software.	8
1.6.2 Metodologías ágiles.....	8
1.6.3 Definición metodología XP.	9
1.6.4 ¿Por qué XP?.....	9
1.6.5 Metodología XP.	9
1.6.5.1 Valores que promueve la metodología.....	10
1.6.5.1.1 Comunicación.	10
1.6.5.1.2 Simplicidad.....	10
1.6.5.1.3 Realimentación (feedback).....	11
1.6.5.1.4 Coraje.....	11
1.6.5.2 Fases de la Metodología XP.....	11



1.6.5.2.1	1ª Fase: Planificación del proyecto.....	12
1.6.5.2.2	2ª Fase: Diseño.	13
1.6.5.2.3	3ª Fase: Codificación.....	14
1.6.5.2.4	4ª Fase: Pruebas.	15
1.6.6	Gestor de Base de Datos.....	16
1.6.6.1	MySQL.....	17
1.6.6.1.1	Principales características de MySQL.....	17
1.6.6.1.2	EMS MySQL Manager.	17
1.6.7	Tecnología .NET	18
1.6.7.1	Microsoft Visual Studio 2005.	18
1.6.7.2	Características de C#.	18
CONCLUSIONES PARCIALES.....		20
Capítulo 2 Planeación y Diseño		21
Introducción		21
2.1	Funcionalidades generales.....	21
2.2	Historias de usuarios.....	22
2.2.1	Planificación de entregas.....	23
2.2.2	Planificación de iteraciones.....	24
2.2.3	Plan de duración de las iteraciones.....	24
2.1	Tarjetas CRC.....	25
CONCLUSIONES PARCIALES.....		27
Capítulo3 Desarrollo y pruebas.....		28
Introducción		28
1.1	Modelo de datos.....	28
1.1.1	Primera iteración	29
1.1.2	Segunda iteración	29



3.2	<i>Interfaces de Usuario</i>	30
3.2.1	Gestión de datos para los tipos de minerales.....	30
3.2.3	Calculo de mezclas metalúrgicas	31
3.2.4	Desarrollo del Balance de Masa	31
3.2.5	Exportar datos y resultados a Excel.....	32
3.3	Desarrollo de las iteraciones.....	33
3.3.1	Tareas por Historias de Usuarios.....	33
3.3.2	Primera iteración.....	34
3.4	Pruebas.	35
Capítulo 4 Estudio de Factibilidad		37
Introducción		37
4.1	Métodos para la estimación del esfuerzo.....	37
4.1.1	COCOMO II.	37
4.1.2	Análisis de puntos de casos de uso (APCU).....	37
4.1.3	Estudio de factibilidad	38
4.1.4	Pasos a seguir para el método APCU.....	38
	Puntos de casos de uso sin ajustar.....	38
	Factor de peso de los actores sin ajustar (UAW)	38
	Factor de peso de los casos de uso sin ajustar (UUCW).....	38
	Factor de complejidad técnica	39
	Factor ambiente	40
	Esfuerzo	41
	Costo por Mes (CM) y Costo General (CG):.....	41
4.1.5	Beneficios tangibles e intangibles.....	42
CONCLUSIONES GENERALES		43
RECOMENDACIONES		44



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
GLOSARIO DE TÉRMINOS	45
ANEXOS	XLVI
Anexo 1. Interfase de la herramienta JKSimMET.....	II
Anexo 2. HU Gestión de datos para un tipo de mineralogía.....	II
Anexo 3. HU Calcular Balance de Masa.....	III
Anexo 4. Exportar datos y resultados a Excel.	IV
Anexo 5. Tarjeta CRC para la clase Mineralogía.....	IV
Anexo 6. Tarjeta CRC para la clase Combustible.....	V
Anexo 7. Tarjeta CRC para la clase clFormula	VIII
Anexo 8. Tarea No.2: Guardar los datos de la mineralogía.....	VIII
Anexo 9. Tarea No.3: Calcular contenidos totales de los minerales, insertando los valores de los porcentajes.....	IX
Anexo 10. Tarea No.4: Calcular contenidos totales y porcentajes restantes partir del primer porcentaje.	IX
Anexo 11. Tarea No.6 Insertar datos del combustible.....	X
Anexo 12. Tarea No.7 Mostrar tabla de la composición racional de la mena seca.	X
Anexo 13. Tarea No.8 Mostrar tabla de la composición racional de la mena húmeda.	XI
Anexo 14. Tarea No.9 Mostrar tabla de la composición racional de polvo para 5% de mena seca. XI	
Anexo 15. Tarea No.10 Mostrar tabla de la composición del producto tostado.....	XII
Anexo 16. Tarea No.11 Dar localización del documento Excel donde se quieran guardar los datos.	XII
Anexo 17. Tarea No.11 Mostrar tabla del Balance de Masa resultante.	XIII
Anexo 18. PA para la HU: Calcular porcentaje para cada tipo de litología con la mineralogía propuesta.	XIII
Anexo 19. PA para la HU: Calcular contenido total a partir de un porcentaje.....	XIV
Anexo 20. PA para la HU: Exportar datos y resultados a Excel.	XIV



INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Personas relacionadas con el sistema.	22
Tabla 2 Plantilla para representar las Historias de Usuarios.	23
Tabla 3 HU Calcular porcentaje para cada tipo de litología con la mineralogía propuesta.	23
Tabla 4 Estimación de esfuerzos para las HU.	24
Tabla 5. Planificación de las iteraciones.	25
Tabla 6. Tarjeta CRC para la clase Mezclas	26
Tabla 7. Distribución de tareas por cada historia de usuario.	34
Tabla 8 Historias de usuarios en la primera iteración	34
Tabla 9 Tarea No.1: Guardar los datos de la mineralogía.	35
Tabla 10. Tarea No.5 Insertar datos de los minerales.	35
Tabla 11. Plantilla para las pruebas de aceptación	36
Tabla 12. PA para la HU gestión de datos para un tipo de mineralogía.	36
Tabla 13. Factor de peso de los actores sin ajustar.	38
Tabla 14. Factor de peso de los casos de uso sin ajustar	39
Tabla 15. Factor de complejidad técnica	40
Tabla 16. Factor Ambiente	40
Tabla 17. Estimación del esfuerzo en horas-hombre.	41
Tabla 18. Esfuerzo horas-hombre.	41



INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fases de la metodología XP.	11
Figura 2. Modelo de datos del sistema	28
Figura 3. Modelo de datos de la primera iteración	29
Figura 4. Modelo de datos de la segunda iteración	30
Figura 5. Prototipo para la HU Gestión de datos para un tipo de mineralogía	30
Figura 6. Prototipo para la HU Calcular muestras.	31
Figura 7. Prototipo para el Balance de Masa.	31
Figura 8. Prototipo para la HU exportar datos y resultados a Excel.	32
Figura 9. Continuación del prototipo para la HU para exportar datos y resultados a Excel.	32



INTRODUCCIÓN

Con el incremento de las tecnologías y debido a la situación en que vivimos, el hombre ha tenido que adaptarse a su medio y ha puesto en marcha la tarea de resolver sus propios problemas, y está dispuesto a dar los primeros pasos en áreas de un mayor desarrollo tecnológico.

Muchas son las industrias que están implementando software para mejorar sus datos de producción y calidad, utilizando diferentes tecnologías. Analistas financieros y metalurgistas pueden usar estas herramientas avanzadas de software para detectar graves errores que podrían traducirse en una contabilidad deficiente y, probablemente, en decisiones inapropiadas.

Los avances en el desempeño informático en la industria metalúrgica mejoran día a día adoptando nuevas opciones para resolver los problemas que se presentan diariamente.

En el campo de la metalurgia, existen algunos sistemas informáticos concebidos para la simulación de procesos para balances metalúrgicos (balances de masa y energía) de las mezclas de minerales a analizar, ejemplo de uno es el MetSim.

Se requiere de un software que realice los cálculos del balance de masa para los minerales que intervienen en el proceso de calcinación, en la futura planta de ferroníquel en Moa y que tenga como herramienta el cálculo de mezclas metalúrgica.

Por tanto la situación problemática es que actualmente se realizan el cálculo de mezclas metalúrgicas de forma manual utilizando hojas de cálculo y es muy necesaria la conformación de mezclas con diferentes tipos de minerales.

Como consecuencia surge el siguiente problema: Ausencia de un software que realice cálculos de mezclas de minerales y permita evaluar su comportamiento durante el proceso de calcinación en la obtención del ferroníquel, para el cálculo del balance de masa. Este problema se enmarca en el objeto de estudio:



Software de cálculo de mezclas metalúrgicas y balance de masa del proceso de calcinación para la obtención de FeNi.

Para dar solución al problema planteado se propone como objetivo general:

Desarrollar un software que permita realizar los cálculos relacionados con la conformación de mezclas metalúrgicas y el balance de masa para la industria de la producción de ferroníquel en Moa.

El objetivo general delimita el campo de acción:

Software que permita evaluar el comportamiento de mezclas de minerales en el proceso de calcinación para obtener FeNi y realice el cálculo del balance de los materiales.

Para guiar nuestra investigación se plantea la idea a defender:

Con el desarrollo de un software que permita realizar cálculos de la conformación de las mezclas metalúrgicas y del balance de masa se podrá predecir el comportamiento de los minerales durante el proceso de calcinación.

De acuerdo a esta propuesta se derivan los siguientes objetivos específicos:

1. Establecer el estado del arte sobre la información disponible tanto nacional e internacional relacionada con los sistemas informáticos en el campo de la metalurgia para la realización de los balances de masa de los minerales.
2. Realizar un estudio de las herramientas a utilizar para el diseño de la aplicación.
3. Implementar una aplicación que permitirá realizar los cálculos de las mezclas de diferentes tipos de minerales y del balance de masa de los minerales para la obtención de ferroníquel.

Para el logro de los objetivos fue necesario plantearse las siguientes tareas:



1. Buscar de información sobre los sistemas actuales que realicen balances de masa.
2. Capacitación en las herramientas y tecnologías a utilizar en la construcción del sistema.
3. Diseñar e implementar el sistema.
4. Desarrollar la base de datos.
5. Desarrollar el Manual de Usuario.
6. Estudio de Factibilidad.

Para cumplimentar estas tareas se han empleado métodos teóricos y empíricos de la investigación científica.

Entre los métodos empíricos usados podemos citar la observación, entrevista y el análisis de documentos para la recopilación de la información. La observación se utilizó para ver el comportamiento del problema. La entrevista permitió determinar los principales requerimientos del sistema. Mediante el análisis de documentos se supo como funcionan actualmente los diferentes procesos que existen dentro del horno de tambor rotatorio.

Los métodos teóricos proporcionaran calidad en la investigación. En el desarrollo del proceso de investigación se usaron el análisis y síntesis para la recopilación y el procesamiento de la información obtenida en los métodos empíricos y arribar a las conclusiones de la investigación. El hipotético deductivo utilizó en la elaboración de la hipótesis y para su verificación. La modelación permitió realizar una representación de la realidad, se logró detectar problemas en la forma actual de procesar la información y encontrar las funcionalidades que debe de tener el sistema que se propone, que lo harán más completo y le brindarán satisfacción al usuario con un producto de mayor calidad.



El presente trabajo consta de introducción, 4 capítulos, conclusiones, recomendaciones, bibliografía, glosario de términos y anexos:

En el Capítulo 1, Fundamentación teórica, se ofrece una breve descripción de diferentes conceptos imprescindibles que le dan base a la investigación, así como algunos elementos importantes de las herramientas a utilizar para la implementación del sistema.

En el Capítulo 2, Planeación y Diseño, se abordará la descripción sobre las principales funcionalidades del sistema, las estimaciones de esfuerzo de las historias de usuarios y un plan de iteraciones necesarias sobre el sistema para su terminación.

En el Capítulo 3, Desarrollo y Pruebas, se describen en detalles los flujos de trabajos relacionados a estas etapas de diseño e implementación de la metodología utilizada, XP.

En el Capítulo 4, Estudio de Factibilidad, se realiza un estudio de los esfuerzos requeridos para la construcción del sistema, y se valora la sostenibilidad del producto, utilizando el método de análisis del punto de casos de uso.

Para concluir se muestran las conclusiones a las que se arribaron, las Recomendaciones que se proponen, la bibliografía utilizada, glosario de Términos y Anexos con información necesaria sobre el trabajo.



Capítulo 1 Fundamentación teórica

Introducción

En este capítulo presentamos una descripción general del escenario donde radica nuestro objeto de estudio así como del proceso a automatizar además de abordar los conceptos principales asociados al dominio del problema y a la solución planteada. Se manifiesta una mejor visión sobre la herramienta a desarrollar para ello se expondrán las principales características sobre los sistemas que se utilizan actualmente en la industria de la metalurgia en la realización de cálculos y se justifica la metodología usada para el desarrollo de este trabajo, así como las principales características de las herramientas a utilizar.

Empresa Ferroníquel Minera S.A

.1 Visión Global

“sabemos que no tiene mucho riesgo la construcción y puesta en marcha de una planta. Tal es el proyecto Yamanigüey”, (Diario Granma, 2008).

Servando Cabrera, director técnico de Cubaníquel. Ferroníquel Minera S.A. (FMSA), una asociación entre Yamanigüey S.A. (empresa cubana) y la Empresa de Producción Social Minera Nacional, C.A. (empresa venezolana), empezó el desarrollo del proyecto Moa Occidental, una planta pirometalúrgica de dos líneas para producir ferroníquel. La planta queda ubicada en la ciudad de Moa, provincia de Holguín, República de Cuba.

1.2 Concepto fundamental

1.2.1 Balance de Masa

El fundamento de la técnica de balance de masa se basa en la ley de conservación de masa, de manera que se puede contabilizar las cantidades de diversos materiales que entran y salen en el sistema. Para el proceso de tostación reductora



en el horno de tambor se puede plantear por la expresión:

Masa que entra al sistema = Masa que sale del sistema

1.3 Estudio de algunos sistemas para los procesos de balances metalúrgicos.

En la búsqueda de información acerca de los softwares que realizan cálculos de mezclas, no se encontró ningún dato acerca del tema, por lo que desarrollo de un software con esta funcionalidad es importante y novedoso en la industria de la metalurgia.

Dentro del software relacionado con el tema del balance de masa existen algunos, de ellos dos son los que más se utilizan.

1.3.1 METSIM.

El METSIM es un simulador secuencial dedicado casi exclusivamente al área de minerales y metalurgia, además altamente usado por compañías para evaluación de proyectos y compra de equipos.

El software trabaja con reacciones químicas en aquellos procesos que así lo requiera, por lo que el usuario debe tener conocimiento en química y operaciones unitarias. Cualquier algoritmo que pueda generar el usuario, pueden incorporarse mediante lógicas en base al lenguaje base del software denominado APL.

Necesita una llave física (USB) para funcionar, el costo de esta es de 25 000 dólares, además no existe (o al menos, no se ha podido encontrar) un crack para el programa o un emulador de la llave, porque precisamente, son demasiado pocas las personas que usan este programa como para generar una 'demanda' de cracks.

1.3.2 JKSIMET.

JKSimMet es un software para el análisis de circuitos de trituración y clasificación en las operaciones de procesamiento de minerales. Incorpora los modelos de potencia industrial desarrollada en el Julius Kruttschnitt Mineral Research Centre.



El paquete está diseñado para la planta y metalúrgicos de desarrollo que desean aplicar técnicas de análisis del proceso para caracterizar el comportamiento de las plantas y los ingenieros de diseño que requieren de modelos de simulación de proceso para evaluar alternativas de diseño.

JKSimMet integra todas las tareas relacionadas con el análisis de datos, optimización, diseño y simulación, incluyendo el almacenamiento y la manipulación de modelos, datos y resultados, dentro de un paquete. Balance de masa y ajuste del modelo de circuitos completos son características estándar. Es totalmente interactivo y opera con gráficos de alta resolución en color. Estos gráficos facilitan la visualización de diagramas detallados de plantas y la información adjunta (Qué es JKSimMet).

1.4 Sistemas para procesos de balances metalúrgicos en Cuba

Actualmente en nuestro país se encuentran trabajando principalmente con el sistema Metsim dos entidades y están en nuestro municipio. Debido a la característica que tiene Moa de tener las principales fábricas exportadoras de níquel el trabajo con este software es fundamental.

1.4.1 Empresa Pedro Sotto Alba.

La empresa Pedro Sotto Alba máxima exportadora de níquel en nuestro municipio trabaja actualmente con el software METSIM para desarrollar su balance metalúrgico completo. Según las 37000 toneladas propuestas para este año de Ni + Co, se realizó el dimensionamiento del equipamiento del proyecto para el tratamiento del agua del enfriador de gas de la planta de precipitación de sulfuro.

1.4.2 Empresa CEPRONIQUEL.

La Empresa de Ingeniería y Proyectos del Níquel (CEPRONIQUEL), está involucrada en la elaboración de proyectos de inversión y transferencia de tecnologías de Producción más Limpia (PML), garantizando de esta forma a sus clientes reducir costos, incrementar productividad, mejorar imagen, mantener satisfacción a los clientes y empleados y reducir riesgos a la salud y el medio ambiente mejorando el desempeño ambiental.



Actualmente el desarrollo de esta empresa con el METSIM ha sido relevante, se han realizado balances a la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara y al Centro de Estudios de Investigación del níquel. (CEINNIQ).

1.5 Ventajas de la nueva aplicación.

La ventaja que presenta el sistema con respecto a los sistemas existentes que realizan balances de masa es que podrá permitirle a especialista realizar diferentes cálculos que le podrá permitir tener una visión del comportamiento de las mezclas de los minerales que van a reaccionar en el proceso de calcinación, además de ser su implementación completamente gratis.

1.6 Herramientas, lenguaje y tecnologías a utilizar.

Para el desarrollo de cualquier sistema informático es muy importante seleccionar las herramientas, lenguajes y tecnologías a utilizar, ya que garantizará un buen desempeño en el desarrollo del sistema. Este proyecto está fundamentado totalmente sobre WINDOWS.

1.6.1 Metodologías de desarrollo de software.

Una metodología para el desarrollo de un proceso de software es un conjunto de filosofías, fases, procedimientos, reglas, técnicas, herramientas, documentación y aspectos de formación para los desarrolladores de Sistemas Informáticos. Por ello, escoger la metodología que va a guiar el proceso de desarrollo del sistema es un paso tan importante.

1.6.2 Metodologías ágiles.

Se define metodologías ágiles a la prioridad de satisfacer al cliente mediante tempranas y continuas entregas de software que le aporte un valor. A dar la bienvenida a los cambios, es decir que se capturan los cambios para que el cliente tenga una ventaja competitiva.

A la entrega frecuentemente de software que funcionen desde un par de semanas a un par de meses, con el menor intervalo de tiempo posible entre entregas. La gente



del negocio y los desarrolladores deben trabajar juntos a lo largo del proyecto, ejemplo de estas metodologías ágiles son: (XP, SCRUM, DSDM, Crystal, etc.) (Kent Beck, 1999.)

Las metodologías se basan en heurísticas provenientes de prácticas de producción de código, especialmente preparados para cambios durante el proyecto, impuestas internamente (por el equipo), estos procesos son menos controlados, con pocos principios, en ellos no existe un contrato tradicional o al menos es bastante flexible, grupos pequeños (<10 integrantes) trabajando en el mismo sitio, además estos cuentan con la ventaja de que a partir de ellos se generan pocos artefactos, Pocos roles, Menos énfasis en la arquitectura del software.

1.6.3 Definición metodología XP.

La metodología XP es una metodología de desarrollo ágil que basada en una serie de valores y de prácticas de buenas maneras que persigue el objetivo de aumentar la productividad a la hora de desarrollar programas.

Este modelo de programación se basa en una serie de metodologías de desarrollo de software en la que se da prioridad a los trabajos que dan un resultado directo y que reducen la burocracia que hay alrededor de la programación.

1.6.4 ¿Por qué XP?

Para el desarrollo del sistema se ha escogido la metodología XP, ya que se necesita un grupo de desarrollo relativamente pequeño, contando que el cliente es parte de ese equipo y el tiempo disponible para la entrega del proyecto es pequeño, además de necesitarse poca documentación.

1.6.5 Metodología XP.

Para la realización de este trabajo se han seguido las reglas selladas por la metodología PROGRAMACION EXTREMA (XP ó Extreme Programming) debido a la agilidad en el desarrollo, conseguida mediante una comunicación intensiva del equipo, la confianza en los desarrolladores y el trabajo en parejas, que permite una retroalimentación continua e intensa entre los programadores, la orientación a



pruebas del desarrollo, que garantiza que no se escribirá código sin pruebas de funcionalidad y la “Refabricación” (Refactoring) continúa.

1.6.5.1 Valores que promueve la metodología.

Este modelo parte de la premisa de que los valores de corto plazo de los individuos generalmente colisionan con los objetivos sociales de mayor plazo. Las sociedades han aprendido a lidiar con este problema desarrollando sistemas de valores, protegidos por mitos, rituales, castigos y premios. Sin esos valores los humanos tienden a priorizar sus mejores intereses de corto plazo individuales.

En el caso de XP estos valores son: Comunicación, Simplicidad, Realimentación, Coraje. Este es un conjunto mínimo y consistente de valores que permitirán hacer la vida más fácil del grupo, la gerencia y los clientes. Sirve tanto a los fines humanos como a los comerciales (Metodología de desarrollo XP).

1.6.5.1.1 Comunicación.

Es muy importante entender cuales son las ventajas de la comunicación directa entre personas. Cuando dos (o más) personas se comunican directamente pueden no solo consumir las palabras formuladas por la otra persona, sino que también aprecian los gestos, miradas, etc. que hace su compañero. Sin embargo, en una conversación mediante el correo electrónico, hay muchos factores que hacen de esta una comunicación, por así decirlo, mucho menos efectiva. (Metodología de desarrollo XP).

1.6.5.1.2 Simplicidad.

Al no predecir como va a ser en el futuro, el software que se esta desarrollando; un equipo de programación extrema intenta mantener el software lo más sencillo posible. Esto quiere decir que no se va a invertir ningún esfuerzo en hacer un desarrollo que en un futuro pueda llegar a tener valor. En el XP frases como "...en un futuro vamos a necesitar..." o "Haz un sistema genérico de..." no tienen ningún sentido ya que no aportan ningún valor en el momento.



1.6.5.1.3 Realimentación (feedback).

La agilidad se define por la capacidad de respuesta ante los cambios que se van haciendo necesarios a lo largo del camino. Por este motivo uno de los valores que nos hace más ágiles es el continuo seguimiento o feedback que recibimos a la hora de desarrollar en un entorno ágil de desarrollo. Este feedback se toma del cliente, de los miembros del equipo, en cuestión de todo el entorno en el que se mueve un equipo de desarrollo ágil.

1.6.5.1.4 Coraje.

Un miembro de un equipo de desarrollo extremo debe tener el coraje de exponer sus dudas, miedos, experiencias sin "embellecer" éstas de ninguna de las maneras. Esto es muy importante ya que un equipo de desarrollo extremo se basa en la confianza para con sus miembros. Faltar a esta confianza es una falta más que grave.

1.6.5.2 Fases de la Metodología XP.

A continuación en la figura 1 se muestran las fases en la que se divide la metodología XP y en los próximos subtítulos se abordarán los pasos a seguir en cada una de ellas.

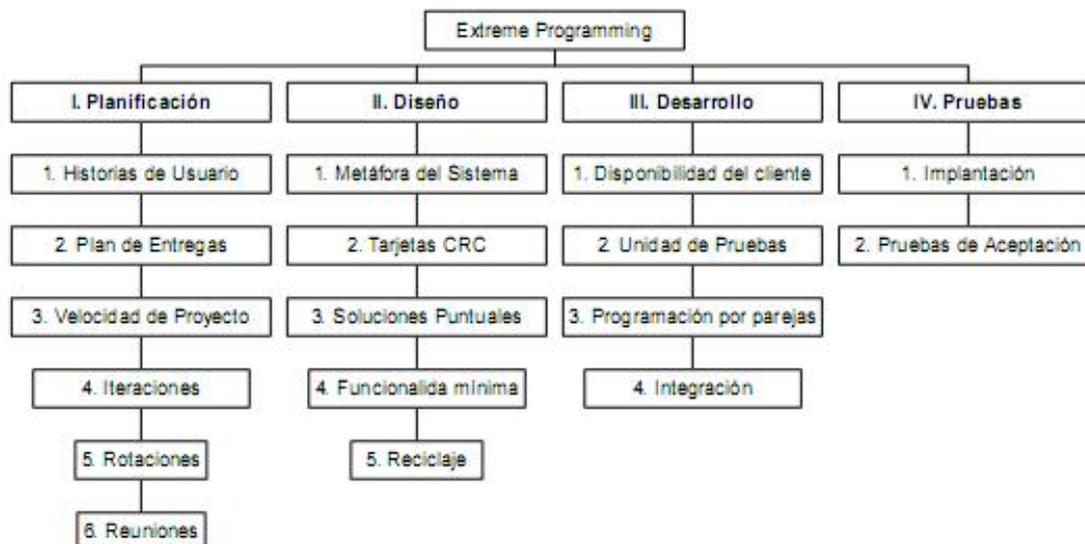


Figura 1. Fases de la metodología XP.



1.6.5.2.1 1ª Fase: Planificación del proyecto.

- ❖ Se definen las Historias de Usuarios (HU) con el cliente que es el primer paso de cualquier proyecto que siga la metodología X.P. Las historias de usuario tienen la misma finalidad que los casos de uso pero con algunas diferencias; son usadas para estimar tiempos de desarrollo de la parte de la aplicación que describen y también se utilizan en la fase de pruebas, para verificar si el programa cumple con lo que especifica la historia de usuario.
- ❖ Se crea un Plan de publicaciones después de tener ya definidas las historias de usuario y se indicarán las HU que se crearán para cada versión así como las fechas en las que se publicarán dichas versiones. Los desarrolladores y clientes establecen los tiempos de implementación ideales de las HU, la prioridad con la que serán implementadas y las historias que serán implementadas en cada versión del programa. Después de realizarse el plan de publicaciones deben quedar claros 4 factores: los objetivos que se deben cumplir (que son principalmente las historias que se deben desarrollar en cada versión), el tiempo que tardarán en desarrollarse y publicarse las versiones del programa, el número de personas que trabajarán en el desarrollo y cómo se evaluará la calidad del trabajo realizado.
- ❖ El desarrollo se divide en iteraciones de aproximadamente 3 semanas de duración. Al comienzo de cada iteración los clientes deben seleccionar las historias de usuario definidas en el "Release planning" que serán implementadas. También se seleccionan las historias de usuario que no pasaron el test de aceptación que se realizó al terminar la iteración anterior. Estas historias de usuario son divididas en tareas de entre 1 y 3 días de duración que se asignarán a los programadores.
- ❖ La velocidad del proyecto es una medida que representa la rapidez con la que se desarrolla el proyecto; estimarla es muy sencillo, basta con contar el número de historias de usuario que se pueden implementar en una iteración; de esta forma, se sabrá el cupo de historias que se pueden desarrollar en las distintas iteraciones. Usando la velocidad del proyecto controlaremos que todas las tareas se puedan desarrollar en el tiempo del que dispone la iteración. Es conveniente reevaluar esta medida cada 3 ó 4 iteraciones y si se aprecia que no es adecuada hay que negociar con el cliente un nuevo Plan de publicaciones.



- ❖ La metodología X.P. aconseja la programación en parejas pues incrementa la productividad y la calidad del software desarrollado. El trabajo en pareja involucra a dos programadores trabajando en el mismo equipo; mientras uno codifica haciendo hincapié en la calidad de la función o método que está implementando, el otro analiza si ese método o función es adecuado y está bien diseñado. De esta forma se consigue un código y diseño con gran calidad.
- ❖ Es necesario que los desarrolladores se reúnan diariamente y expongan sus problemas, soluciones e ideas de forma conjunta. Las reuniones tienen que ser fluidas y todo el mundo tiene que tener voz y voto.

1.6.5.2.2 2ª Fase: Diseño.

- ❖ La metodología X.P sugiere que hay que conseguir diseños simples y sencillos. Hay que procurar hacerlo todo lo menos complicado posible para conseguir un diseño fácilmente entendible e implementable que a la larga costará menos tiempo y esfuerzo desarrollar.
- ❖ Usar glosarios de términos y una correcta especificación de los nombres de métodos y clases ayudará a comprender el diseño y facilitará sus posteriores ampliaciones y la reutilización del código.
- ❖ Si surgen problemas potenciales durante el diseño, X.P sugiere utilizar una pareja de desarrolladores para que investiguen y reduzcan al máximo el riesgo que supone ese problema.
- ❖ Nunca se debe añadir funcionalidad extra al programa aunque se piense que en un futuro será utilizada. Sólo el 10% de la misma es utilizada, lo que implica que el desarrollo de funcionalidad extra es un desperdicio de tiempo y recursos.
- ❖ Refactorizar es mejorar y modificar la estructura y codificación de códigos ya creados sin alterar su funcionalidad. Refactorizar supone revisar de nuevo estos códigos para procurar optimizar su funcionamiento. Es muy común rehusar códigos ya creados que contienen funcionalidades que no serán usadas y diseños obsoletos. Esto es un error porque puede generar código completamente inestable y muy mal diseñado; por este motivo, es necesario refactorizar cuando se va a utilizar código ya creado.
- ❖ El uso de las tarjetas C.R.C (Class Responsibilities and Collaboration)



permiten al programador centrarse y apreciar el desarrollo orientado a objetos olvidándose de los malos hábitos de la programación procedural clásica. Las tarjetas C.R.C representan objetos; la clase a la que pertenece el objeto se puede escribir en la parte de arriba de la tarjeta, en una columna a la izquierda se pueden escribir las responsabilidades u objetivos que debe cumplir el objeto y a la derecha, las clases que colaboran con cada responsabilidad.

1.6.5.2.3 3ª Fase: Codificación.

El cliente es una parte más del equipo de desarrollo; su presencia es indispensable en las distintas fases de X.P. A la hora de codificar una historia de usuario su presencia es aún más necesaria. No olvidemos que los clientes son los que crean las historias de usuario y negocian los tiempos en los que serán implementadas. Antes del desarrollo de cada historia de usuario el cliente debe especificar detalladamente lo que ésta hará y también tendrá que estar presente cuando se realicen los test que verifiquen que la historia implementada cumple la funcionalidad especificada.

La codificación debe hacerse ateniendo a estándares de codificación ya creados. Programar bajo estándares mantiene el código consistente y facilita su comprensión y escalabilidad.

Crear test que prueben el funcionamiento de los distintos códigos implementados nos ayudará a desarrollar dicho código. Crear estos test antes nos ayuda a saber qué es exactamente lo que tiene que hacer el código a implementar y sabremos que una vez implementado pasará dichos test sin problemas ya que dicho código ha sido diseñado para ese fin.

Se puede dividir la funcionalidad que debe cumplir una tarea a programar en pequeñas unidades, de esta forma se crearán primero los test para cada unidad y a continuación se desarrollará dicha unidad, así poco a poco conseguiremos un desarrollo que cumpla todos los requisitos especificados.

Como ya se comentó anteriormente, X.P opta por la programación en pareja ya que permite un código más eficiente y con una gran calidad. X.P sugiere un modelo de trabajo usando repositorios de código dónde las parejas de programadores publican cada pocas horas sus códigos implementados y corregidos junto a los test que



deben pasar. De esta forma el resto de programadores que necesiten códigos ajenos trabajarán siempre con las últimas versiones. Para mantener un código consistente, publicar un código en un repositorio es una acción exclusiva para cada pareja de programadores.

X.P también propone un modelo de desarrollo colectivo en el que todos los programadores están implicados en todas las tareas; cualquiera puede modificar o ampliar una clase o método de otro programador si es necesario y subirla al repositorio de código. El permitir al resto de los programadores modificar códigos que no son suyos no supone ningún riesgo ya que para que un código pueda ser publicado en el repositorio tiene que pasar los test de funcionamiento definidos para el mismo.

La optimización del código siempre se debe dejar para el final. Hay que hacer que funcione y que sea correcto, más tarde se puede optimizar.

X.P afirma que la mayoría de los proyectos que necesiten más tiempo extra que el planificado para ser finalizados no podrán ser terminados a tiempo se haga lo que se haga, aunque se añadan más desarrolladores y se incrementen los recursos. La solución que plantea X.P es realizar un nuevo "Release plan" para concretar los nuevos tiempos de publicación y de velocidad del proyecto.

A la hora de codificar no seguimos la regla de X.P que aconseja crear test de funcionamiento con entornos de desarrollo antes de programar.

Nuestros test los obtendremos de la especificación de requisitos ya que en ella se especifican las pruebas que deben pasar las distintas funcionalidades del programa, procurando codificar pensando en las pruebas que debe pasar cada funcionalidad.

1.6.5.2.4 4ª Fase: Pruebas.

- Uno de los pilares de la metodología X.P es el uso de test para comprobar el funcionamiento de los códigos que vayamos implementando.
- El uso de los test en X.P es el siguiente:
- Se deben crear las aplicaciones que realizarán los test con un entorno de desarrollo específico para test.



- Hay que someter a tests las distintas clases del sistema omitiendo los métodos más triviales.
- Se deben crear los test que pasarán los códigos antes de implementarlos.

Un punto importante es crear test que no tengan ninguna dependencia del código que en un futuro evaluará. Hay que crear los test abstrayéndose del futuro código, de esta forma aseguraremos la independencia del test respecto al código que evalúa.

El uso de los test es adecuado para observar la refactorización. Los test permiten verificar que un cambio en la estructura de un código no tiene porqué cambiar su funcionamiento.

Test de aceptación: Los test mencionados anteriormente sirven para evaluar las distintas tareas en las que ha sido dividida una historia de usuario. Para asegurar el funcionamiento final de una determinada historia de usuario se deben crear "Test de aceptación"; estos test son creados y usados por los clientes para comprobar que las distintas historias de usuario cumplen su cometido.

Al ser las distintas funcionalidades de nuestra aplicación no demasiado extensas, no se harán test que analicen partes de las mismas, sino que las pruebas se realizarán para las funcionalidades generales que debe cumplir el programa especificado en la descripción de requisitos, (Fases de XP).

1.6.6 Gestor de Base de Datos.

Cualquier aplicación de interés requiere el almacenamiento y posterior recuperación de los datos. Los sistemas de gestión de bases de datos (DBMSs) nos permiten almacenar, visualizar y modificar datos, así como hacer copias de seguridad y mantener la integridad de los datos, proporcionando una serie de funciones que facilitan el desarrollo de nuevas aplicaciones.

Existen una gran variedad de sistemas Gestores de Base de Datos: SQL, MySQL, Oracle, PostgreSQL, en general todos desempeñan la misma función, pero tienen



diferentes propiedades y herramientas que se distinguen claramente unos de otros.

1.6.6.1 MySql.

MySQL es un *sistema de administración de bases de datos relacional* (RDBMS), licenciado bajo la GPL de la GNU. Se trata de un programa capaz de almacenar una enorme cantidad de datos de gran variedad y de distribuirlos para cubrir las necesidades de cualquier tipo de organización.

1.6.6.1.1 Principales características de MySql.

El uso de este gestor en el desarrollo de la aplicación se debe a las siguientes características:

- Aprovecha la potencia de sistemas multiprocesador, gracias a su implementación multihilo (*divide su carga de trabajo en diversos Hilos o unidades de ejecución, lo que le permite una fuerte cohesión entre las tareas*).
- Soporta gran cantidad de tipos de datos para las columnas.
- Dispone de API's en gran cantidad de lenguajes (C, C++, C#, Java, PHP, etc).
- Gran portabilidad entre sistemas.
- Gestión de usuarios y contraseñas, manteniendo un muy buen nivel de seguridad en los datos.

1.6.6.1.2 EMS MySQL Manager.

EMS MySQL Manager es un cliente para gestores de bases de datos en Mysql además de ser una potente y efectiva herramienta para la administración y mantenimiento de un servidor MySQL.

Posee una interfaz gráfica de usuario que posibilita creación/edición de base de datos MySQL de una manera simple y sencilla.

Soporta Script SQL, construcciones visuales de consulta SQL, extrae o imprime metadatos, exporta/importa datos, mantenimiento y gestión de privilegios de usuarios.



1.6.7 Tecnología .NET

La arquitectura .NET es una nueva API que permite que los programadores puedan crear aplicaciones para Windows.

.NET ofrece un entorno de desarrollo de aplicaciones llamado Visual Studio .NET. Que consta de varios lenguajes de programación como Visual Basic .Net, Visual C#, Visual FoxPro, Visual C++ .Net y Java.

Estos lenguajes de programación combinan las características de los lenguajes existentes con nuevas posibilidades para proporcionar un potente sistema de desarrollo (Geetanjaili Arora, otros, 2002).

Aunque es posible escribir código para la plataforma .NET en muchos otros lenguajes, C# es el único que ha sido diseñado específicamente para ser utilizado en ella, por esta razón, se dice que *C# es el lenguaje nativo de .NET*, (Introducción a Visual Studio).

1.6.7.1 Microsoft Visual Studio 2005.

Visual Studio .NET es un conjunto completo de aplicaciones para la creación, tanto de aplicaciones cliente/servidor como de aplicaciones Web de empresa, para trabajo en equipo. Aparte de generar aplicaciones de escritorio de alto rendimiento, se pueden utilizar las eficaces herramientas de desarrollo basado en componentes y otras tecnologías de Visual Studio para simplificar el diseño, desarrollo e implementación en equipo de soluciones para empresa (Introducción a Visual Studio).

1.6.7.2 Características de C#.

Microsoft presentó C# al público en la Professional Developer's Conference en Orlando, Florida en el verano del 2000. C# combina las mejores ideas de lenguajes como C/C++ y Java con las mejoras de productividad de .NET Framework de Microsoft y brinda una experiencia de codificación muy productiva, tanto para los nuevos programadores como para los veteranos.



A continuación se exponen algunas características fundamentales que posee C#.

- **Sencillez:** C# elimina muchos elementos que otros lenguajes incluyen y que son innecesarios en .NET
- **Modernidad:** C# incorpora en el propio lenguaje elementos que a lo largo de los años ha ido demostrándose son muy útiles para el desarrollo de aplicaciones y que en otros lenguajes como Java o C++ hay que simular, como un tipo básico **decimal** que permita realizar operaciones de alta precisión con reales de 128 bits (muy útil en el mundo financiero), la inclusión de una instrucción **foreach** que permita recorrer colecciones con facilidad y es ampliable a tipos definidos por el usuario, la inclusión de un tipo básico **string** para representar cadenas o la distinción de un tipo **bool** específico para representar valores lógicos.
- **Orientación a objetos:** Como todo lenguaje de programación de propósito general actual, C# es un lenguaje orientado a objetos, aunque eso es más bien una característica del CTS (Common Type System) que de C#. Una diferencia de este enfoque orientado a objetos respecto al de otros lenguajes como C++ es que el de C# es más puro en tanto que no admiten ni funciones ni variables globales sino que todo el código y datos han de definirse dentro de definiciones de tipos de datos, lo que reduce problemas por conflictos de nombres y facilita la legibilidad del código,(Características de c#)



CONCLUSIONES PARCIALES

Se abordan los principales aspectos relacionados con el desarrollo del tema propuesto brindando una visión amplia del sistema que se pretende desarrollar.

Con los aspectos abordados se concluye que para el sistema realice los balances metalúrgicos se desarrollará una aplicación de escritorio. El mismo se implementará en el lenguaje de programación C# que accederá a una base de datos que se encuentra en un servidor MySQL, de esta forma el usuario especializado podrá interactuar con el sistema.



Capítulo **2** Planeación y Diseño

Introducción

En este capítulo se expondrán las necesidades del cliente, así como las principales funcionalidades que debe cumplir el sistema llevadas a cabo por las historias de usuarios, y se mostrarán también una estimación de esfuerzo para cada una de ellas. Se establecerá un plan de iteraciones y además se presentarán las tarjetas CRC.

2.1 *Funcionalidades generales*

La realización de los balances de masa en la empresa se realiza de forma manual utilizando hojas de cálculos por lo que los especialistas les resultan muy trabajosos y hace que los cálculos se realicen con más lentitud.

De la descripción antes expuesta se identifican como requisitos generales del sistema, la evaluación del comportamiento de mezclas metalúrgicas y el cálculo del balance de masa en el proceso de calcinación de los minerales (mezcla) en horno rotatorio previa a la fusión hasta ferróniquel en hornos de arco eléctrico, que consiste en la determinación de los porcentajes máxicos o contenidos de los tipos de menas con su composición dada, teniendo en cuenta la prefijada composición de la mezcla formada, para la conformación de la mezcla final.

Se toman los contenidos totales de cada uno de los minerales correspondientes a los porcentajes calculados y se lleva a cabo la realización del balance de masa.

Como funcionalidades del sistema se determinaron:

1. Gestión de datos para un tipo de mineralogía.
2. Calcular mezclas metalúrgicas.
3. Calcular Balance de Masa.
4. Exportar datos y resultados a Excel.



Personal relacionado con el sistema.

En la tabla 1 se muestra las personas que van a interactuar con el sistema así como su papel en el desarrollo

Personas relacionadas con el sistema	Justificación
Especialista	Esta es la persona que tiene conocimiento en metalurgia, y está encargada de la realización de los cálculos metalúrgicos.
Desarrollador	Es la persona responsable de llevar a cabo la implementación del sistema.

Tabla 1 Personas relacionadas con el sistema.

2.2 Historias de usuarios.

Las HU es una técnica que utiliza XP para detallar los requisitos que debe cumplir el sistema, requisitos que surgen a partir de las reuniones diarias entre el cliente y el desarrollador donde expresan sus ideas para el desarrollo del software. Estas HU serán definidas en la siguiente plantilla

Historia de usuario	
Número: No. Historia de usuario	Usuario: Usuario entrevistado para obtener la función requerida a automatizar.
Nombre: nombre de la historia de usuario que sirve para identificarla mejor entre los desarrolladores y el cliente.	
Prioridad en el negocio: Importancia: Alta / Media / Baja	Riesgo en desarrollo: Dificultad: Alta / Media / Baja
Puntos estimados: Estimación: de 1 a 3 puntos	Iteración asignada: Iteración a la que corresponde
Programador responsable: Nombre de encargado de programación.	
Descripción: Se especifican las operaciones por parte del usuario y las respuestas del sistema.	



Observaciones: Algunas observaciones de interés, como glosario, información sobre usuario etc.

Tabla 2 Plantilla para representar las Historias de Usuarios.

A continuación se muestra en la Tabla 3 unas de las HU descritas por el cliente, las demás se encuentran en los anexos 2, 3, 4

Historia de usuario:	
Número: 2	Usuario: Especialista
Nombre: Calcular mezclas metalúrgicas.	
Prioridad en el negocio: Media	Riesgo en desarrollo: Media
Puntos estimados: 3	Iteración asignada: 1
Programador responsable: Osmany Cedeño	
Descripción: El especialista podrá calcular las mezclas para los tipos de minerales que intervienen en el proceso de calcinación, obteniendo los porcentajes para cada mineralogía, así como el contenido total de los minerales.	
Observaciones:	

Tabla 3 HU Calcular porcentaje para cada tipo de litología con la mineralogía propuesta.

2.2.1 Planificación de entregas.

En esta parte se establece la prioridad de cada historia de usuario, así como una estimación del esfuerzo necesario de cada una de ellas con el fin de determinar un cronograma de entregas en conjunto con el cliente, una entrega debe realizarse en un periodo de dos a tres meses. Las estimaciones de esfuerzo asociado a la implementación de las historias se establecen utilizando como medida el punto. Un punto, equivale a una semana ideal de programación. Las historias generalmente valen de 1 a 3 puntos.

Estimación de esfuerzo por historia de usuario

En la Tabla 4 se muestran las estimaciones de esfuerzos para cada unad de las



historias de usuario definidas por el cliente.

Historias de usuario	Puntos de estimación
Gestión de datos para un tipo de mineralogía.	1 semanas
Calcular mezclas metalúrgicas.	3 semanas
Calcular Balance de Masa.	3 semanas
Exportar datos y resultados a Excel.	1 semanas

Tabla 4 Estimación de esfuerzos para las HU.

2.2.2 Planificación de iteraciones.

Partiendo de las historias de usuario anteriores, se realiza una planificación en dos iteraciones, basándose en el tiempo y procurando agrupar la funcionalidad relacionada en la misma iteración.

A continuación se explican las iteraciones de forma detallada.

Iteración # 1 Realizar cálculo de mezclas metalúrgicas.

Esta iteración tiene como finalidad darle cumplimiento a la HU 1, 2, 4 las cuales hace alusión a la inserción de los datos del tipo de mineralogía y al cálculo de lasa mezclas de los minerales.

Iteración # 2 Realizar cálculo del Balance de Masa.

Esta iteración tiene como objetivo darle cumplimiento a las HU 3, la cual hace alusión al cálculo del Balance de Masa de los minerales que intervienen en el proceso de calcinación.

2.2.3 Plan de duración de las iteraciones.

En la metodología de desarrollo de software XP, se debe crear un plan de duración de las iteraciones que tenemos, y las mismas se llevarán a cabo en el desarrollo.

Este plan tiene como objetivo fundamental mostrar la duración de cada iteración, así como el orden en que serán implementadas las HU en cada una de las mismas (ver Tabla 5).



Iteración	Historias de usuario	Duración total
Iteración 1	Gestión de datos para un tipo de mineralogía.	8 semanas La entrega se realizará a medida que se vaya avanzando, como meta hasta la segunda quincena del mes de abril.
	Calcular mezclas metalúrgicas.	
	Exportar datos y resultados a Excel.	
Iteración 2	Calcular Balance de Masa.	7 semanas La entrega se realizará en la segunda semana del mes de Junio.

Tabla 5. Planificación de las iteraciones

2.1 Tarjetas CRC

Las tarjetas CRC (clases, responsabilidades y colaboración), se realizan para facilitar la comunicación y documentar los resultados. Permiten una total participación y contribución del equipo de desarrollo en el diseño. Cada tarjeta CRC representan clases, donde nombre de cada clase se ubica en forma de título en la parte superior de la tarjeta, sus atributos y responsabilidades más significativas se colocan a la izquierda y las clases implicadas con cada responsabilidad a la derecha, en la misma línea de su requerimiento correspondiente.

A continuación en la Tabla 6 se representa la tarjeta CRC correspondiente a la clase Mezclas, las demás tarjetas se expondrán en los anexos 6, 7, 8.



Nombre de la clase: Mezclas	
Tipo de la clase: Lógica del negocio	
Responsabilidades:	Colaboradores:
ContenidoTotal_Ni	clMySQL
ContenidoTotal_Fe	DataSet
ContenidoTotal_MgO	DataTable
ContenidoTotal_SiO2	
ContenidoTotal_Al2O3	
Guardar_Contenidos_totales	
Calcular_mezclas	
Calcular_Muestras	
Fijar_FL	

Tabla 6. Tarjeta CRC para la clase Mezclas



CONCLUSIONES PARCIALES.

En este capítulo de planeación y diseño se han expuesto las HU conjunto con el cliente a través de plantillas.

Se realizó un plan de iteraciones para cada una de estas historias aplicando una estimación de esfuerzo de las mismas.

Se presentaron las principales clases que se utilizarán en el desarrollo de la aplicación a través de las llamadas tarjetas CRC, terminado de esta forma esta fase para pasar a la siguiente fase de desarrollo y pruebas.



Capítulo 3 Desarrollo y pruebas

Introducción

En este capítulo se realizará la fase de Desarrollo y pruebas conforma a la Metodología XP. Se mostrarán un modelo de datos correspondiente a cada iteración. Se realiza además a través del desarrollo de las iteraciones un desglose de las tareas a realizar para cada una de las HU expuestas en el capítulo anterior, así como las interfaces de usuarios diseñadas para la naciente aplicación. Se describe además las pruebas realizadas mostrando las diferentes respuestas al aplicarse cada una de las funcionalidades.

1.1 Modelo de datos.

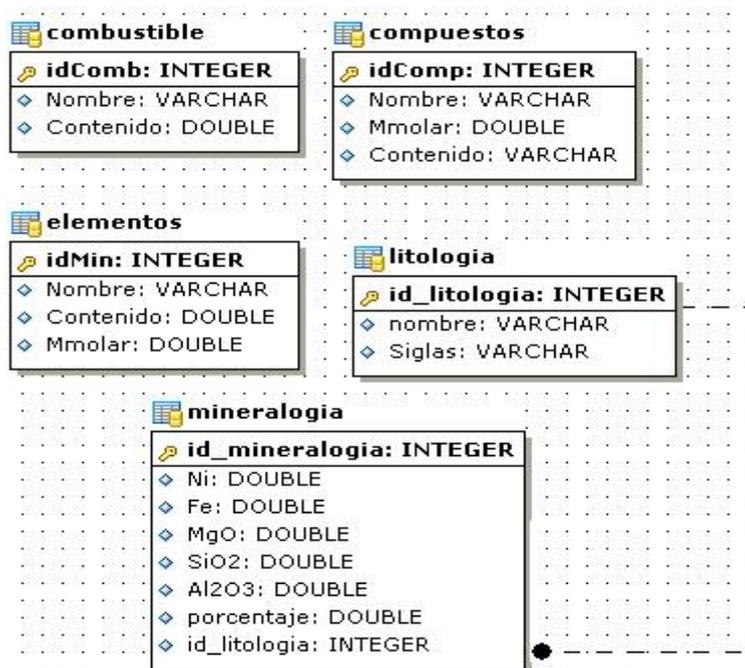


Figura 2. Modelo de datos del sistema



1.1.1 Primera iteración

Esta parte del modelo de datos es empleada con el objetivo de guardar el porcentaje calculado para cada una de las litologías con los datos que corresponden a cada uno de los minerales que intervienen en el proceso, y que el especialista pueda tener almacenado para saber que mineralogía corresponde a los porcentajes calculados. Estos datos son guardados en una tabla dentro de la base de datos denominada Mineralogía.

El modelo de datos empleado para almacenar estos datos se ve en la siguiente Figura 3

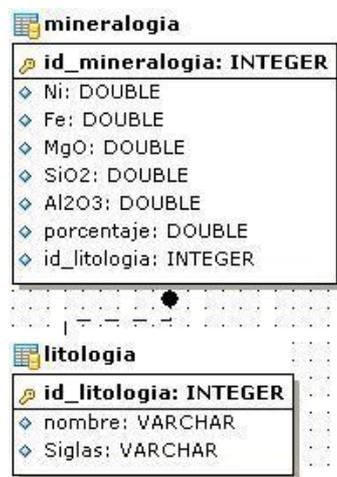


Figura 3. Modelo de datos de la primera iteración

1.1.2 Segunda iteración

Para la realización del balance de masa se ha creado 5 tablas: elementos, compuestos y combustible, mineralogía y litologías. La primera para almacenar todos los minerales que intervienen en el proceso con su masa molar y contenido que el especialista va a insertar teniendo la opción de tomar los contenidos totales de los elementos y compuestos calculados en la iteración del cálculos de mezclas, para a partir de ahí realizar todos los cálculos correspondientes a un Balance de Masa. En la segunda tabla utilizada como en la primera se utiliza con el propósito de almacenar contenidos y masas molares de los minerales compuestos, además se utiliza la tabla combustible para almacenar los datos iniciales de los combustibles que se van a utilizar.

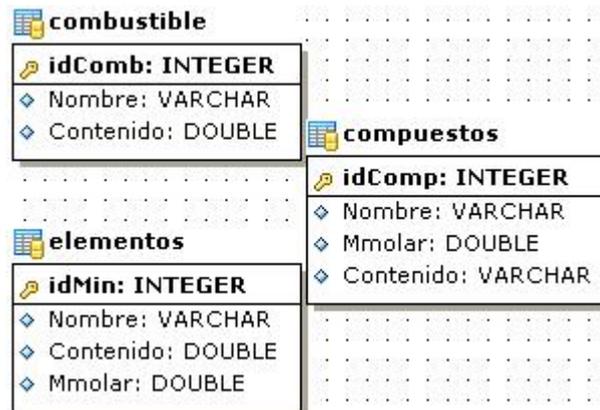


Figura 4. Modelo de datos de la segunda iteración

3.2 Interfaces de Usuario

A continuación se presentarán las interfaces correspondientes con cada HU.

3.2.1 Gestión de datos para los tipos de minerales

En la interfaz se muestran diferentes cuadros de textos donde se capturan los valores correspondientes a la mineralogía que el especialista va a utilizar en cada uno de las litologías, luego de haber insertar los valores se procede a realizar el cálculo del porcentaje para dicha mineralogía.

The screenshot shows the 'Cálculo de mezclas metalúrgicas' application. A menu is open with 'Guardar Mineralogía' selected. The main window displays a table for entering mineral content values.

INGRESAR LOS CONTENIDOS PARA CADA UNO DE LOS MINERALES					
LPC	Ni	Fe	MgO	SiO2	Al2O3
	1.6	32.719	8.368	15.44	6.966
FS	1.898	17.642	21.718	29.248	3.981
FD1	2.158	12.606	27.202	32.928	2.139
FD2	1.021	8.095	32.126	36.579	1.139
Total					

Buttons: Demos, Calcular, Borrar, Fijar FL

Options: Usar Muestras, Desviaciones, Usar Muestras LPC

Figura 5. Prototipo para la HU Gestión de datos para un tipo de mineralogía



3.2.3 Cálculo de mezclas metalúrgicas

A partir de valores de los valores de cada uno de los minerales correspondientes a cada litología se obtendrán los valores del contenido en % así como los contenidos totales de cada uno de los minerales.

Litologías	Contenido,%	LPC	Ni	Fe	MgO	SiO2	Al2O3
FL	23		1.6	32.719	8.368	15.44	6.866
FS	27		1.898	17.642	21.718	29.248	3.981
FD1	40		2.158	12.606	27.202	32.928	2.139
FD2	10		1.021	8.095	32.126	36.579	1.139
Total	100		1.84576	18.1406	21.8819	28.2772	3.62355

Figura 6. Prototipo para la HU Calcular muestras.

3.2.4 Desarrollo del Balance de Masa

En esta interfaz se muestran los datos iniciales de los minerales y del combustible. Se muestran los cuadros de textos correspondientes a los datos iniciales de los minerales y del combustible que se van a utilizar en el balance de masa que el especialista deberá llenar para dar paso al cálculo.

Minerales			Combustibles		
Fe	Ni	Co	C	H	S
18,5	1,85	0,04	25	0,55	0,14
Al	Mg	Mn	O	N	A
1,77	12,35	0,22	0,21	0,12	0,46
SiO2	Cr				
28	0,5				
H2O					
12					

Figura 7. Prototipo para el Balance de Masa.



3.2.5 Exportar datos y resultados a Excel.

Para exportar los datos se tendrá que crear un documento Excel donde se quiere guardar los datos. Los datos a guardar serían la mineralogía correspondiente a cada porcentaje calculado, así como los contenidos totales de los elementos y compuestos que intervienen en el proceso.



Figura 8. Prototipo para la HU exportar datos y resultados a Excel.



Figura 9. Continuación del prototipo para la HU para exportar datos y resultados a Excel.



3.3 Desarrollo de las iteraciones.

En el capítulo anterior se detallaron todas las historias de usuarios de cada una de las iteraciones en la que se va a desarrollar el sistema, y para la realización de cada una de las HU se realizará una revisión al plan de iteraciones, para ver si pueden ocurrir cambios.

3.3.1 Tareas por Historias de Usuarios.

Las HU se dividen en tareas de programación o ingeniería que son asignadas al equipo de desarrollo para su implementación, tareas que solo son utilizadas por los miembros del equipo de desarrollo, por lo que pueden ser escritas en lenguaje técnico. Las mismas se representan mediante las siguientes tarjetas de tareas:

Historia de usuario	Tareas
Gestión de datos para un tipo de mineralogía.	<ul style="list-style-type: none">• Guardar los datos de la mineralogía.
Cálculo de mezclas metalúrgicas.	<ul style="list-style-type: none">• Mostrar todas las combinaciones exigentes durante la búsqueda de solución.• Calcular contenidos totales de los minerales, insertando los valores de los porcentajes.• Calcular contenidos totales y porcentajes restantes partir del primer porcentaje.
Calcular Balance de Masa.	<ul style="list-style-type: none">• Insertar datos de los minerales.• Insertar datos del combustible.• Mostrar tabla de la composición racional de la mena seca.• Mostrar tabla de la composición racional de la mena húmeda.• Mostrar tabla de la composición racional de polvo para 5% de mena seca.• Mostrar tabla de la composición del producto tostado.• Mostrar tabla del Balance de Masa resultante.



Exportar datos y resultados a Excel	<ul style="list-style-type: none"> • Dar localización del documento Excel donde se quieran guardar los datos.
--	--

Tabla 7. Distribución de tareas por cada historia de usuario.

3.3.2 Primera iteración.

En esta iteración implementamos sus historias de usuarios correspondientes con el fin de obtener una versión del sistema.

Historias de usuarios en la primera iteración.

Historias de usuario	Tiempo de estimación (semanas)	
	Estimación inicial	Real
Gestión de datos para un tipo de mineralogía.	2	1.5
Cálculo de mezclas metalúrgicas	3	3
Exportar datos y resultados a Excel	1	1

Tabla 8 Historias de usuarios en la primera iteración

A continuación se expondrán representadas por tablas una de las diferentes tareas de las historias de usuarios definidas por el cliente en la primera iteración, las demás tareas se podrán ver en los anexos 8, 9,10, 16. 3.

Tarea No.1: Insertar los datos de la mineralogía.

Tarea ingeniería	
Número tarea: 1	Número historia: 1
Nombre tarea: Guardar los datos de la mineralogía	
Tipo de tarea : Desarrollo	Puntos estimados: 1
Fecha inicio: 5/03/2010	Fecha fin: 8/03/2010
Programador responsable: Osmany Cedeño.	



Descripción: En esta tarea se guardará la mineralogía correspondiente a cada una de las litologías así como los contenidos totales y los porcentajes calculados.

Tabla 9 Tarea No.1: Guardar los datos de la mineralogía.

Historias de usuarios en la segunda iteración.

A continuación se expondrán representadas por tablas una de las diferentes tareas de las historias de usuarios definidas por el cliente para la segunda iteración, las demás tareas se podrán ver en los anexos 11, 12, 13, 14, 15, 17.

Tarea No.5: Insertar datos de los minerales.

Tarea ingeniería	
Número tarea: 5	Número historia: 3
Nombre tarea: Insertar datos de los minerales.	
Tipo de tarea : Desarrollo	Puntos estimados: 1
Fecha inicio: 18/04/2010	Fecha fin: 22/04/2010
Programador responsable: Osmany Cedeño.	
Descripción: En esta tarea el especialista actualiza los datos iniciales que tienen los compuestos y elementos con los que se trabajarán en la base de datos para la realización del balance.	

Tabla 10. Tarea No.5 Insertar datos de los minerales.

3.4 Pruebas.

XP divide las pruebas del sistema en dos grupos: pruebas unitarias, encargadas de verificar el código y diseñada por los programadores, y pruebas de aceptación o pruebas funcionales destinadas a evaluar si al final de una iteración se consiguió la funcionalidad requerida diseñadas por el cliente final.



Para la realización de las pruebas de aceptación (PA) el cliente emplea la siguiente plantilla:

Prueba de aceptación
HU: Nombre de la historia de usuario que va a comprobar su funcionamiento.
Nombre: Nombre del caso de prueba.
Descripción: Descripción del propósito de la prueba.
Condiciones de ejecución: Precondiciones para que la prueba se pueda realizar.
Entrada / Pasos ejecución: pasos para probar la funcionalidad.
Resultado: resultado que se desea de la prueba.
Evaluación de la prueba: Aceptada o denegada.

Tabla 11. Plantilla para las pruebas de aceptación

A continuación se muestra una de las pruebas de aceptación de las historias de usuarios las demás pruebas se mostrarán en los anexos 18, 19,20.

Prueba de aceptación
HU: Gestión de datos para un tipo de mineralogía.
Nombre: Prueba para comprobar la entrada de los datos de la mineralogía a utilizar.
Descripción: Validar la entrada de los datos.
Condiciones de ejecución: El especialista debe introducir los datos de la mineralogía a utilizar.
Entrada / Pasos ejecución: El especialista trata de introducir los datos.
Resultado: Se muestra un mensaje de error en caso de que el especialista deje algún valor por introducir de lo contrario mostrará un mensaje de aceptación al insertar los datos.
Evaluación de la prueba: Aceptada

Tabla 12. PA para la HU gestión de datos para un tipo de mineralogía.



Capítulo 4 Estudio de Factibilidad

Introducción

Cualquier proyecto de software puede realizarse si el equipo que está a cargo de elaborarlo cuenta con recursos y tiempo infinito; pero lamentablemente no es así. La mayor parte de los proyectos informáticos presentan carencias de recursos y las fechas de entrega no se corresponden con la realidad. Es por ello que cada día se hacen más necesarias la realización de estimaciones al inicio y a lo largo del ciclo de vida de los proyectos, aun cuando esta mirada al futuro tenga cierto grado de incertidumbre. La estimación es la base de todas las demás actividades de planificación del proyecto y sirve como guía para una buena Ingeniería de Software.

4.1 Métodos para la estimación del esfuerzo.

4.1.1 COCOMO II.

Barry Boehm, en su libro clásico sobre economía de la Ingeniería del Software, introduce una jerarquía de modelos de estimación de Software con el nombre de COCOMO, por su nombre en Inglés (COnstructive, COst, MOdel) modelo constructivo de costos. Basados en estos modelos se estiman el esfuerzo, tiempo de desarrollo, cantidad de hombres y costo de componentes representativos del software.

4.1.2 Análisis de puntos de casos de uso (APCU).

Son algunas las alternativas posibles para la estimación del esfuerzo en proyectos basados en casos de uso, utilizándose el análisis de puntos de función y COCOMO II, o una variante más reciente denominada análisis de puntos de casos de uso, la cual es en cierta medida similar al análisis de puntos de función.

El análisis de puntos de casos de uso es un método de estimación del tiempo en



que se desarrolla un proyecto mediante la asignación de “pesos” a algunos factores que lo afectan para contabilizar un tiempo total estimado para el proyecto en que se desarrolla a partir de esos mismos factores.

4.1.3 Estudio de factibilidad

Para la realización de la estimación del proyecto en la investigación se empleó el método del análisis de puntos de casos de uso utilizando un software llamado Estimac (cálculo de la estimación de proyectos informáticos basado en puntos de casos de uso) implementado en la Universidad de Ciencias Informáticas (UCI).

4.1.4 Pasos a seguir para el método APCU.

Puntos de casos de uso sin ajustar.

$$UUCP = UAW + UUCW$$

Donde:

UUCP (unadjusted use cases points): puntos de casos de uso sin ajustar.

UAW (unadjusted actors weight): factor de peso de los actores sin ajustar.

UUCW (unadjusted use cases weight): factor de peso de los casos de uso sin ajustar.

Factor de peso de los actores sin ajustar (UAW)

Este valor se calcula mediante un análisis de la cantidad de actores presentes en el sistema y la complejidad de cada uno de ellos.

Tipo	Peso	Valor	Peso*Valor
Simple	1	0	0
Medio	2	0	0
Complejo	3	1	3
Resultado: 3			

Tabla 13. Factor de peso de los actores sin ajustar.

Factor de peso de los casos de uso sin ajustar (UUCW)

Este valor se calcula mediante un análisis de la cantidad de casos de uso presentes en el sistema y la complejidad de cada uno de ellos. La complejidad se efectuando la secuencia de actividades completa, o no se efectúa ninguna de las actividades de



la secuencia.

Tipo	Peso	Valor	Peso*Valor
Simple	5	5	25
Medio	10	0	0
Complejo	15	0	0
Resultado:25			

Tabla 14. Factor de peso de los casos de uso sin ajustar

$$\text{UUCP} = \text{UAW} + \text{UUCW}$$

$$\text{UUCP} = 3 + 25$$

$$\text{UUCP} = 28$$

Ya calculados los puntos de casos de uso sin ajustar, se debe ajustar este valor calculando los puntos de CU ajustados mediante la ecuación:

$$\text{UCP} = \text{UUCP} \times \text{TCF} \times \text{EF}$$

Donde:

UCP (use cases points): puntos de casos de uso ajustados.

UUCP (unadjusted use cases points): puntos de casos de uso sin ajustar.

TCF (technical complexity factor): factor de complejidad técnica.

EF (environment factor): factor de ambiente.

Factor de complejidad técnica

Este coeficiente se calcula mediante la cuantificación de un conjunto de factores que determinan la complejidad técnica. Estos valores son cuantificados con valores de 0-5 donde 0 se identifica con los aportes irrelevantes y 5 con aportes muy importantes.

El factor de complejidad técnica se calcula mediante la ecuación:

$$\text{TCF} = 0.6 + 0.01 \times \Sigma (\text{Peso} \times \text{Valor asignado})$$

$$\text{TCF} = 0.6 + 0.01 \times 24 \text{ (ver total Tabla 4.3)}$$

$$\text{TCF} = 0.36$$



Factor	Peso	Valor	Peso*Valor
T1	2	0	0
T2	1	1	1
T3	1	4	4
T4	1	5	5
T5	1	2	2
T6	0.5	1	0.5
T7	0.5	3	1.5
T8	2	2	4
T9	1	4	4
T10	1	0	0
T11	1	0	0
T12	1	0	0
T13	1	2	2
Total			24
Resultado: 0.36			

Tabla 15. Factor de complejidad técnica

Factor ambiente

Este cálculo es similar al del factor de complejidad técnica, ya que trata un conjunto de factores que cuantifican con valores de 0 a 5.

El factor ambiente se calcula:

$$EF = 1.4 - 0.03 \times \Sigma (\text{Peso} \times \text{Valor asignado})$$

$$EF = 1.4 - 0.03 * 13.5 \text{ (Ver total Tabla 4.4)}$$

$$EF = 0.995$$

Factor	Peso	Valor	Peso*Valor
E1	1.5	3	4.5
E2	0.5	3	1.5
E3	1	2	2
E4	0.5	5	2.5
E5	1	5	5
E6	2	3	6
E7	-1	4	-4
E8	-1	4	-4
Total			13.5
Resultado: 0.995			

Tabla 16. Factor Ambiente

Por lo que:



$$UCP = UUCP \times TCF \times EF$$

$$UCP = 28 \times 0.36 \times 0.995$$

$$UCP = 10.0296$$

Esfuerzo

Está dado por:

$$E = UCP \times CF$$

Donde:

E (effort): esfuerzo estimado en horas-hombre.

UCP (use cases points): puntos de casos de uso ajustados.

CF (conversión factor): factor de conversión.

Este método proporciona una estimación del esfuerzo en horas-hombre contemplándolo sólo el desarrollo de la funcionalidad especificada en los casos de uso. (Ver Tabla 17).

Actividad	% Esfuerzo	Valor esfuerzo
Análisis	10	163.8168
Diseño	20	327.6336
Implementación	40	655.2672
Prueba	15	245.7252
Sobrecarga	15	245.7252
Total	100%	1638.168

Tabla 17. Estimación del esfuerzo en horas-hombre.

Costo por Mes (CM) y Costo General (CG):

$$CM = \text{Salario Total}$$

$$CM = \text{Salario} * \text{cantidad de obreros}$$

$$CM = 110 * 1$$

$$CM = 110 \text{ Pesos por mes.}$$

$$CG = CM * TDEV$$

$$CG = 110 * 8.90$$

$$CG = 979 \text{ Pesos}$$



El desarrollo del sistema tendrá un costo estimado de \$ 979.

4.1.5 Beneficios tangibles e intangibles.

Esta herramienta puede ser importante en el apoyo de la realización en los proyectos de curso en temas relacionados con el proceso de calcinación de horno de tambor rotatorio en la carrera de Metalurgia para los tipos de minerales definidos que intervienen en el proceso. Además se puede conformar las mezclas metalúrgicas con diferentes tipos de minerales, los cuales se pueden utilizar en la planta de ferroníquel en Moa.

Según el estudio realizado sobre los sistemas que actualmente realizan balance de masa podemos decir que se puede ahorrar mucho dinero ya que el costo que se necesita para obtener la llave de un programa profesional como el METSIM es muy elevado (25000 dólares).



CONCLUSIONES GENERALES

- ❖ Se elaboró el marco teórico que sustenta la investigación, permitiendo revelar los conceptos principales asociados al dominio del problema y a la solución planteada.
- ❖ Se determinaron las características principales de las herramientas de desarrollo, con las que elaboró el software.
- ❖ Se desarrolló una aplicación de escritorio que permite realizar cálculos de mezclas de minerales y calcule el balance de masa para un horno de tambor rotatorio para un proceso de calcinación.
- ❖ Se realizó un estudio de factibilidad donde se tuvo como resultado el tiempo de estimación para estar listo el software y la estimación de esfuerzo



RECOMENDACIONES

- Aplicar el software en los trabajos relacionados con el desarrollo del balance de masa en la carrera de metalurgia.
- Seguir perfeccionando el software para su uso industrial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bradley L. Jones. Sams Teach Yourself The C# Language in 21 Days, 2003.



2. Características de c#, disponible en:

<http://www.clikear.com/manuales/csharp/c10.aspx>

3. Diario Granma. Desecho del ferroníquel, un material para la construcción, 2008.

11 de mayo de 2008, disponible en:

<http://www.granma.cubaweb.cu/2008/05/11/nacional/artic09.html>

4. Eric Butow, Tommy Ryan, C# Your Visual blueprint for building .Net applications, 2002.

5. Fases de XP disponible en: <http://programacionextrema.tripod.com/fases.htm>

6. Geetanjali Arora, Balasubramaniam Aiaswamy, Mitin Pandey. Programación Microsoft C# , Volúmen 1, 2002.

7. Gerardo Fernández Escribano, Introducción a Extreme Programming, 2002.

8. Informe Técnico. Caracterización granulométrica y conformación de muestras tecnológicas para el proyecto Ferroníquel. CEINNIQ. Agosto. 2009.

9. Introducción a Visual Studio, disponible en:

<http://msdn2.microsoft.com/eses/library/fx6bk1f4.aspx2>.

10. James Foxall Sams .Teach Yourself. Visual C Sharp 2008.in.24 Hours Complete.Starter.Kit.Jul.2008.

11. Kent Beck. Extreme Programming Explained. Addison-Wesley, 1999.

Metodología de desarrollo XP disponible en:

<http://brconsulting.info/portal/articulos/metodologias-de-desarrollo/extreme-programming---xp.html>

12. Que es JKSimMet disponible en:

http://www.jktech.com.au/News_Publications/Brochure_Files/Software_JKSim_Met_spanish_email.pdf

12. <http://oness.sourceforge.net/proyecto/html/ch05.html>

GLOSARIO DE TÉRMINOS



GPL: General Public License / Licencia Pública General. Orientada principalmente a proteger la libre distribución de softwares.

Software: Es la suma total de los programas de cómputo, procedimientos, reglas, documentación y datos asociados que forman parte de las operaciones de un sistema de cómputo.

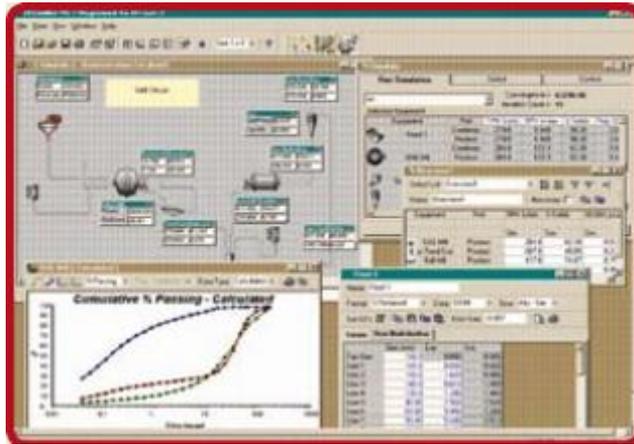
Multiplataforma: Es un término usado para referirse a los programas, sistemas operativos, lenguajes de programación, u otra clase de software, que puedan funcionar en diversas plataformas'

.NET Framework: La plataforma .NET de Microsoft es un componente de software que puede ser añadido al sistema operativo Windows. Provee un extenso conjunto de soluciones predefinidas para necesidades generales de la programación de aplicaciones, y administra la ejecución de los programas escritos específicamente con la plataforma. Esta solución es el producto principal en la oferta de Microsoft, y pretende ser utilizada por la mayoría de las aplicaciones creadas para la plataforma Windows.

API: Applications Programming Interface (interfaces de programación de aplicaciones).

USB: Universal Serial Bus (Bus Universal en Serie) es un puerto que sirve para conectar periféricos a un ordenador.

ANEXOS



Anexo 1. Interfase de la herramienta JKSIMMET.

Historia de usuario:	
Número: 1	Usuario: Especialista
Nombre: Gestión de datos para un tipo de mineralogía.	
Prioridad en el negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Alto
Puntos estimados: 1	Iteración asignada: 1
Programador responsable: Osmany Cedeño	
Descripción: El usuario debe insertar los datos de la composición mineralógica para luego realizar el cálculo y obtener un porcentaje determinado para cada litología	
Observaciones:	

Anexo 2. HU Gestión de datos para un tipo de mineralogía

Historia de usuario:	
Número: 4	Usuario: Especialista



Nombre: Calcular Balance de Masa.	
Prioridad en el negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Alta
Puntos estimados: 3	Iteración asignada: 2
Programador responsable: Osmany Cedeño	
Descripción: Para la realización de este cálculo es necesario realizar los cálculos metalúrgicos correspondientes a un Balance de Masa. Ej. Composición racional de la MENA seca. Ej. Composición racional de la MENA húmeda.	
Observaciones:	

Anexo 3. HU Calcular Balance de Masa.

Historia de usuario:	
Número: 5	Usuario: Especialista



Nombre: Exportar datos y resultados a Excel	
Prioridad en el negocio: Medio	Riesgo en desarrollo: Baja
Puntos estimados: 2	Iteración asignada: 1
Programador responsable: Osmany Cedeño	
Descripción: El especialista deberá exportar algunos datos y resultados obtenidos de la aplicación.	
Observaciones:	

Anexo 4. Exportar datos y resultados a Excel.

Tarjeta CRC para la clase Mineralogía

Nombre de la clase: Mineralogía	
Tipo de la clase: Lógica del negocio	
Responsabilidades:	Colaboradores:
Contenido_Ni	
Contenido_Fe	
Contenido_MgO	
Contenido_SiO2	
Contenido_Al2O3	
Litología	
Porcentaje	

Anexo 5. Tarjeta CRC para la clase Mineralogía

Tarjeta CRC para la clase Combustible

Nombre de la clase: Combustible
--



Tipo de la clase: Lógica del negocio	
Responsabilidades:	Colaboradores:
contenido _C	clMysql
contenido _H	
contenido _S	
contenido _O	
contenido _N	
contenido _A	
Guardar_Combustible	

Anexo 6. Tarjeta CRC para la clase Combustible

Tarjeta CRC para la clase clFormula

Nombre de la clase: clFormula	
Tipo de la clase: Lógica del negocio	
Responsabilidades:	Colaboradores:
masa _ mineral	
masa _molar _compuesto	
masa _molar_mineral	
CalcularCompNiO	
CalcularCompNiO_mO	
CalcularCompCoO	
CalcularCompCoO_mO	
CalcularCompMnO	
CalcularCompMnO_mO	
CalcularCompSpenilaCr	



CalcularCompSpenilaMg	
CalcularCompSpenilaFe	
CalcularCompSpenilaAl	
CalcularMSpenila_mO	
CalcularMSerpentinaMg	
CalcularMSerpentina	
CalcularMSerpentina_mo	
CalcularMSerpentina_H2O	
CalcularMSerpentina_SiO	
CalcularMGoetita	
CalcularMGoetita_Mo	
CalcularMGoetita_H2O	
CalcularMNomtronita	
CalcularMNomtronitaSiO	
CalcularMNomtronitaH2O	
CalcularMGibsita	
CalcularMGibsita_Ox	
CalcularMGibsita_H2O	
CalcularMHalloysita	
CalcularMHalloysitaSiO	
CalcularMHalloysitaOx	
CalcularMHalloysitaH2O	
Calcular_Masa_H2O	
Calcular_Masa_Minerales_Humedo	
Calcular_Masa_Al2O3	
Calcular_Masa_H2OKaolinita	
Calcular_Masa_Al2O37	
Calcular_Masa_H2O_Kaolinita	
Calcular_Masa_H2O_Halloysita	



Calcular_Masa_Fe2O3_Goetita	
Calcular_Masa_FeO	
Calcular_Masa_CO2	
Calcular_Masa_C	
Calcular_Masa_F2O3_Sin_Reaccionar	
Calcular_Masa_Fe_F2O3	
Calcular_Masa_O	
Calcular_Masa_Fe_FeO	
Calcular_Masa_CO2_FeO	
Calcular_Masa_C_FeO	
Calcular_Masa_FeO_Sin_Reaccionar	
Calcular_Masa_Fe_FeO_producto	
Calcular_Masa_O_FeO	
Calcular_Masa_Ni_NiO	
Calcular_Masa_CO2_NiO	
Calcular_Masa_C_NiO	
Calcular_Masa_NiO_Sin_Reaccionar	
Calcular_Masa_Ni_NiO_Sin_Reaccionar	
Calcular_Masa_O_NiO_Sin_Reaccionar	
Calcular_Masa_Co_CoO	
Calcular_Masa_CO2_CoO	
Calcular_Masa_C_CoO	
Calcular_Masa_CoO_producto	
Calcular_Masa_Co_CoO_producto	
Calcular_Masa_O_CoO_producto	
Calcular_Masa_Al2O3_Haloyasita_producto	
Calcular_Masa_SiO2_Haloyasita_producto	
Calcular_Masa_Al_Al2O3_Haloyasita_producto	
Calcular_Masa_O_Haloyasita	
Calcular_Masa_MgO_Serpentina	
Calcular_Masa_SiO2_Serpentina	
Calcular_MasaTotal_H2O_Desprendida	



Calcular_MasaTotal_F2O3	
Calcular_Masa_MgO	
Calcular_Masa_SiO2_B	
Calcular_Masa_H2O_Serpentina	

Anexo 7. Tarjeta CRC para la clase ciFormula

Tarea ingeniería	
Número tarea: 2	Número historia: 2
Nombre tarea: Mostrar todas las combinaciones exigentes durante la búsqueda de solución.	
Tipo de tarea : Desarrollo	Puntos estimados: 1
Fecha inicio: 9/04/2010	Fecha fin: 12/04/2010
Programador responsable: Osmany Cedeño.	
Descripción: En esta tarea se mostrarán las combinaciones de resultados de porcentajes que cumplen con la composición química promedio de la MENA.	

Anexo 8. Tarea No.2: Guardar los datos de la mineralogía.

Tarea ingeniería	
Número tarea: 3	Número historia: 2



Nombre tarea: Calcular contenidos totales de los minerales, insertando los valores de los porcentajes.	
Tipo de tarea : Desarrollo	Puntos estimados: 2
Fecha inicio: 13/04/2010	Fecha fin: 16/04/2010
Programador responsable: Osmany Cedeño.	
Descripción: En esta tarea el especialista tendrá la opción de comparar resultados de los contenidos totales con diferentes muestras de porcentajes insertadas.	

Anexo 9. Tarea No.3: Calcular contenidos totales de los minerales, insertando los valores de los porcentajes.

Tarea ingeniería	
Número tarea: 4	Número historia: 2
Nombre tarea: Calcular contenidos totales y porcentajes restantes partir del primer porcentaje.	
Tipo de tarea : Desarrollo	Puntos estimados: 2
Fecha inicio: 18/04/2010	Fecha fin: 22/04/2010
Programador responsable: Osmany Cedeño.	
Descripción: En esta tarea el especialista tendrá la opción de comparar resultados de los contenidos totales y calcular tres de los porcentajes a partir de una muestra de un porcentaje.	

Anexo 10. Tarea No.4: Calcular contenidos totales y porcentajes restantes partir del primer porcentaje.

Tarea ingeniería	
Número tarea: 6	Número historia: 3



Nombre tarea: Insertar datos del combustible.	
Tipo de tarea : Desarrollo	Puntos estimados: 1
Fecha inicio: 24/04/2010	Fecha fin: 28/04/2010
Programador responsable: Osmany Cedeño.	
Descripción: En esta tarea el especialista actualiza los datos iniciales de los combustibles que se utilizarán para el desarrollo del balance.	

Anexo 11. Tarea No.6 Insertar datos del combustible.

Tarea ingeniería	
Número tarea: 7	Número historia: 3
Nombre tarea: Mostrar tabla de la composición racional de la mena seca.	
Tipo de tarea : Desarrollo	Puntos estimados: 2
Fecha inicio: 10/05/2010	Fecha fin: 15/05/2010
Programador responsable: Osmany Cedeño.	
Descripción: Como parte del desarrollo del balance de masa el especialista debe realizar una tabla que muestre la composición racional de la MENA seca.	

Anexo 12. Tarea No.7 Mostrar tabla de la composición racional de la mena seca.

Tarea ingeniería	
Número tarea: 8	Número historia: 3



Nombre tarea: Mostrar tabla de la composición racional de la mena húmeda.	
Tipo de tarea : Desarrollo	Puntos estimados: 2
Fecha inicio: 18/05/2010	Fecha fin: 25/05/2010
Programador responsable: Osmany Cedeño.	
Descripción: Como parte del desarrollo del balance de masa el especialista debe realizar una tabla que muestre la composición racional de la MENA húmeda.	

Anexo 13. Tarea No.8 Mostrar tabla de la composición racional de la mena húmeda.

Tarea ingeniería	
Número tarea: 9	Número historia: 3
Nombre tarea: Mostrar tabla de la composición racional de polvo para 5% de mena seca.	
Tipo de tarea : Desarrollo	Puntos estimados: 2
Fecha inicio: 26/05/2010	Fecha fin: 5/06/2010
Programador responsable: Osmany Cedeño.	
Descripción: Como parte del desarrollo del balance de masa el especialista debe realizar una tabla que muestre la composición racional de polvo para 5% de mena seca.	

Anexo 14. Tarea No.9 Mostrar tabla de la composición racional de polvo para 5% de mena seca.

Tarea ingeniería	
Número tarea: 10	Número historia: 3



Nombre tarea: Mostrar tabla de la composición del producto tostado.	
Tipo de tarea : Desarrollo	Puntos estimados: 2
Fecha inicio: 7/06/2010	Fecha fin: 12/06/2010
Programador responsable: Osmany Cedeño.	
Descripción: Como parte del desarrollo del balance de masa el especialista debe realizar una tabla que muestre la composición del producto tostado.	

Anexo 15. Tarea No.10 Mostrar tabla de la composición del producto tostado.

Tarea ingeniería	
Número tarea: 11	Número historia: 4
Nombre tarea: Dar localización del documento Excel donde se quieran guardar los datos.	
Tipo de tarea : Desarrollo	Puntos estimados: 2
Fecha inicio: 13/06/2010	Fecha fin: 20/06/2010
Programador responsable: Osmany Cedeño.	
Descripción: Esta tarea le permitirá al especialista dar la ubicación del documento Excel donde se van a exportar diferentes datos como los contenidos totales y mineralogía así como los porcentajes calculados.	

Anexo 16. Tarea No.11 Dar localización del documento Excel donde se quieran guardar los datos.

Tarea ingeniería



Número tarea: 12	Número historia: 3
Nombre tarea: Mostrar tabla del Balance de Masa resultante.	
Tipo de tarea : Desarrollo	Puntos estimados: 3
Fecha inicio: 21/06/2010	Fecha fin: 24/06/2010
Programador responsable: Osmany Cedeño.	
Descripción: En esta tarea el especialista ya obtendrá un resultado final del trabajo a través de una tabla.	

Anexo 17. Tarea No.11 Mostrar tabla del Balance de Masa resultante.

PA para la HU: Calcular porcentaje para cada tipo de litología con la mineralogía propuesta.

Prueba de aceptación
HU: Calculo de mezclas metalúrgicas.
Nombre: Comprobar si existen los datos de la mineralogía propuesta.
Descripción: Validar entrada de los datos
Condiciones de ejecución: El especialista debe presionar el botón calcular.
Entrada / Pasos ejecución: El especialista trata de encontrar los porcentajes.
Resultado: En caso de no encontrar ningún valor durante la búsqueda, muestra un mensaje para que el usuario introduzca nuevos valores en la mineralogía.
Evaluación de la prueba: Aceptada

Anexo 18. PA para la HU: Calcular porcentaje para cada tipo de litología con la mineralogía propuesta.

PA para la HU: Calcular Balance de Masa.

Prueba de aceptación



HU: Calcular Balance de Masa.
Nombre: Prueba para comprobar la entrada de los contenidos de minerales y del combustible.
Descripción: Validar los contenidos.
Condiciones de ejecución: El especialista debe presionar el botón insertar en ambos casos.
Entrada / Pasos ejecución: El especialista trata de introducir los valores
Resultado: Debe mostrar algún error en caso de que los formatos de los datos introducidos no sean los correctos.
Evaluación de la prueba: Aceptada

Anexo 19. PA para la HU: Calcular contenido total a partir de un porcentaje.

PA para la HU: Exportar datos y resultados a Excel.

Prueba de aceptación
HU: Exportar datos y resultados a Excel.
Nombre: Prueba para comprobar el URL y que los campos no estén vacíos.
Descripción: Validar el URL del documento Excel donde se quiere guardar los datos.
Condiciones de ejecución: El especialista debe buscar en el botón Menú la opción Exportar a Excel.
Entrada / Pasos ejecución: El especialista trata de exportar los datos.
Resultado: Debe mostrar algún error en caso de que no exporte los datos correctamente o falte algún dato por introducir, en este caso se muestran los campos que faltan con un color rojo.
Evaluación de la prueba: Aceptada

Anexo 20. PA para la HU: Exportar datos y resultados a Excel.