



INSTITUTO SUPERIOR MINERO
METALURGICO DE MOA
DR. ANTONIO NUÑEZ JIMENEZ

INGENIERÍA INFORMÁTICA
FACULTAD: GEOLOGÍA Y MINAS

TRABAJO DE DIPLOMA

PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERO INFORMÁTICO

TÍTULO: SISTEMA INFORMÁTICO DEL DISEÑO
DE PATRONES DE VOLADURAS EN CANTERAS
DE ÁRIDOS

AUTORA: LILIANA QUINTERO DURÁN

TUTORES: DRA. C. YIEZENIA ROSARIO FERRER.

ING. OSCAR REYES PÉREZ

MOA, 2013

“AÑO 55 DE LA REVOLUCIÓN”

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.

Declaro que soy el único autor de este trabajo y autorizo al Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa “Dr. Antonio Núñez Jiménez” para que hagan el uso que estimen pertinente del mismo.

Para que así conste firmamos la presente a los _____ días del mes de _____ del 2013.

Liliana Quintero Durán

Ing. Yezenia Rosario Ferrer

Firma del autor

Firma del tutor

OPINIÓN DEL TUTOR DEL TRABAJO DE DIPLOMA

Título:

Autor:

El tutor del presente Trabajo de Diploma considera que durante su ejecución el estudiante mostró las cualidades que a continuación se detallan.

<Aquí el tutor debe expresar cualitativamente su opinión y medir (usando la escala: muy alta, alta, adecuada) entre otras las cualidades siguientes:

- Independencia
- Originalidad
- Creatividad
- Laboriosidad
- Responsabilidad>

<Además, debe evaluar la calidad científico-técnica del trabajo realizado (resultados y documento) y expresar su opinión sobre el valor de los resultados obtenidos (aplicación y beneficios) >

Por todo lo anteriormente expresado considero que el estudiante está apto para ejercer como Ingeniero Informático; y propongo que se le otorgue al Trabajo de Diploma la calificación de <nota 2-Desaprobado, 3-Aprobado, 4-Bien, 5-Excelente>. <Además, si considera que los resultados poseen valor para ser publicados, debe expresarlo también>

Nombre completo del primer tutor

<Grado científico, Categoría docente

y/o investigativa>

(Si procede)

Nombre completo del segundo tutor

<Grado científico, Categoría docente y/o investigativa>

Fecha: _____

Pensamiento:

“...Si conoces a los demás y te conoces a ti mismo, ni en cien batallas correrás peligro; si no conoces a los demás, pero te conoces a ti mismo, perderás una batalla y ganarás otra; si no conoces a los demás ni te conoces a ti mismo, correrás peligro en cada batalla.....”

Sun Tzu

Agradecimientos

Un especial agradecimiento a todas las personas que de una forma u otra han contribuido con su ayuda en la realización de este trabajo, en especial:

A mis padres Bertha Durán Pérez y Mauricio Quintero Rodríguez quienes con su amor, apoyo y comprensión incondicional me han guiado a lo largo de todo el camino, gracias a ustedes soy quien soy.

A mi novio por soportarme y siempre estar apoyándome.

A mi segunda familia Olivia, Marli, Sonia, Arletis, Isabel, Luisa por su paciencia siempre estarán en mi corazón.

A mis hermanas Bertha Lina, Yuliet y a mis cuñados por brindarme su amor, su cariño y dedicación y por darme los sobrinos preciosos que tanto adoro

A mis amigas Yanet, Daylín, Dayanis, Yohandra, Claudia por todos los momentos lindos que hemos compartido, por su apoyo, cariño, comprensión, por ser tan especiales y siempre estar ahí en los buenos y malos momentos, siempre serán muy especiales para mí.

A mis tutores Yiezenia y Oscar por la confianza que depositaron en mí, por su paciencia y apoyo incondicional.

A mis compañeros de aula con los que compartí muchos momentos de alegría, por la ayuda y la comprensión mostrada.

A mis abuelas, mis tíos y tías en general a toda la familia, gracias por ser tan especiales y brindarme todo su amor y cariño.

A los profesores del departamento, por ayudarnos a formarnos como los profesionales en que hoy nos convertimos.

Al profesor Ricardo por su ayuda, apoyo y comprensión.

A mi sobrina Liana que lo es todo para mí.

Resumen

La presente investigación titulada “Sistema Informático del diseño de patrones de voladura en canteras de áridos” surge por la necesidad de desarrollar un software que permita el diseño de los patrones de voladuras considerando las propiedades de las rocas, las características mecánico-estructurales del macizo, las propiedades de las diferentes sustancias explosivas y la acción de la explosión de éstas sobre el macizo. Para lograr los objetivos propuestos se utilizaron herramientas de software libre; el lenguaje de programación Java siguiendo el paradigma de la Programación Orientada a objetos, el entorno de desarrollo Netbeans , XP como metodología de desarrollo, además se estudiaron algunos métodos numéricos para la implementación del cálculo de algunos parámetros. Se realizó un estudio de factibilidad del sistema, obteniendo los beneficios tangibles e intangibles, que permiten hacer un análisis de los costos del desarrollo de este sistema arrojando que el proyecto es útil para que la entidad logre sus objetivos.

Abstract

This research entitled "Computer System for designing blasting patterns in arid quarries" arises from the need to develop a software for designing blasting patterns considering the properties of the rocks, mechanical and structural characteristics of the massif, the properties of different explosive substances and explosive action of these on the massif. To achieve the proposed objectives were used free software tools, the Java programming language following the paradigm of Object-Oriented Programming, Netbeans as a development environment, XP as development methodology and also were studied some numerical methods for the calculation's implementation of some parameters. Was performed a system feasibility study , obtaining the tangible and intangible benefits allowing the developing costs analysis of this system, throwing that this project is useful for the institution to achieve its objectives.

Índice

Introducción.....	1
Capítulo I Fundamentación Teórica	5
1.1 Trabajos precedentes sobre los patrones de voladuras en canteras de áridos	5
1.2 Sistemas automatizados existentes vinculados al campo de acción.....	9
1.3 Métodos numéricos aplicados al diseño de patrones de voladuras	9
1.4 Herramientas y métodos utilizados.....	13
1.4.1 Lenguaje de programación : Java	13
1.4.2 Entornos de Desarrollo Integrado (IDE): NetBeans	15
1.4.3 Metodología de desarrollo: programación Extrema(XP)	16
1.5 Conclusiones del capítulo.....	18
Capítulo 2: Planificación y Diseño	19
Introducción.....	19
2.1 Funcionalidades generales.....	19
2.2 Principales Funcionalidades.....	20
2.3 Historias de usuarios.....	22
En el Anexo 1 se muestran todas las historias de usuarios	23
2.4 Planificación de entregas	23
2.4.1 Estimación de esfuerzo por historias de usuario.....	24
2.5 Plan de iteraciones	25
2.6 Clases, Responsabilidades y Colaboraciones.....	28
En Anexo 2 se muestran todas las tarjetas CRC realizadas en la fase de diseño.....	32
2.8 Conclusiones.....	32
Capítulo 3 Desarrollo, Prueba y el estudio de la factibilidad	33
Introducción.....	33
3.1 Desarrollo de las iteraciones.	33
En el Anexo 3 se muestran las historias de usuarios abordadas en las siguientes iteraciones.....	38
En el Anexo 4 se muestran todas las Tarjetas de tarea	39

3.2 Pruebas	39
3.2.1 Desarrollo dirigido por pruebas	39
3.2.2 Pruebas de aceptación	40
En Anexo 5 se muestran las pruebas de aceptación realizadas en la fase de pruebas	41
3.3 Efectos Económicos	41
3.3.1 <i>Efectos directos</i>	41
3.3.2 Efectos indirectos	42
3.3.3 Externalidades	42
3.3.4 Intangibles	42
3.4 Ficha de Costo	42
3.5 Conclusiones	44
Conclusiones Generales	46
Recomendaciones	47
Bibliografía	48
Glosario de términos	50
Anexos	51
Anexo 1	51
Anexo 2	71
Anexo 3	75
Anexo 4	77
Anexo 5	103

Índice de tablas y figuras

Tabla 2.3.1 Planilla de Historia de usuario	22
Tabla 2.3.1 HU No 1 Autenticar Usuario	23
Tabla 3.1.1 Estimación de esfuerzo por historia de usuario	24
Tabla 2.5 Plan de iteraciones	27
Tabla 2.6 Tarjeta CRC No 1 Patrones Voladuras.....	28
Tabla 3.2.1 Distribución de tareas por cada historia de usuario.....	33
Tabla 3.2.1 Historias de usuario abordadas en la primera iteración.....	38
Tarjetas de tarea # 1 Calcular diámetro de perforación	38
Tabla 3.3.2 Planilla de prueba de aceptación.....	40
Tabla 3.3.2 PA: Prueba para comprobar la autenticación de un usuario	41
Tabla 2.3.1 HU No 2 Determinación del diámetro de perforación	51
Tabla 2.3.1 HU No 3 Calcular límite de resistencia a tracción estática	51
Tabla 2.3.1 HU No 4 Calcular coeficiente de poisson	53
Tabla 2.3.1 HU No 5 Calcular módulo y velocidad	53
Tabla 2.3.1 HU No 6 Calcular coeficiente de recálculo	54
Tabla 2.3.1 HU No 7 Calcular velocidad de los productos de la explosión	55
Tabla 2.3.1 HU No 8 Calcular los coeficientes empíricos A y m.....	56
Tabla 2.3.1 HU No 9 Calcular la presión máxima.....	57
Tabla 2.3.1 HU No 10 Calcular la densidad de la roca en el frente de la onda	58
Tabla 2.3.1 HU No 12 Calcular Magnitudes adimensionales	60
Tabla 2.3.1 HU No 13 Calcular los radios relativos	61
Tabla 2.3.1 HU No 14 Calcular línea de menor resistencia.....	62
Tabla 2.3.1 HU No 15 Calcular abertura de las grietas	63
Tabla 2.3.1 HU No 16 Calcular distancia entre cargas en la fila	64
Tabla 2.3.1 HU No 17 Calcular coeficiente que caracteriza la curvatura de crecimiento	64
Tabla 2.3.1 HU No 18 Calcular magnitudes dimensionales	66
Tabla 2.3.1 HU No 19 Determinar valor suma mínimo de las amplitudes	67
Tabla 2.3.1 HU No 20. Calcular para el macizo con un agrietamiento dado	67
Tabla 2.3.1 HU No 21 Calcular el radio de la carga esférica.....	68

Tabla 2.3.1 HU No 22 Calcular la línea de menor resistencia por el piso	69
Tabla 2.3.1 HU No 23 Calcular la línea de menor resistencia por el piso	70
Tabla 2.6 Tarjeta CRC No 2 AutenticarU	71
Tabla 3.2.1 Historias de usuarios abordadas en la segunda iteración.	75
Tabla 3.2.1 Historias de usuario abordadas en la tercera iteración.....	76
Tabla 3.2.1 Historias de usuario abordadas en la cuarta iteración.....	76
Tarjetas de tarea# 2 Calcular límite de resistencia a atracción estática	77
Tarjetas de tarea# 3 Calcular el límite de resistencia a compresión dinámica ante cargas explosivas.....	77
Tarjetas de tarea# 4 Calcular el límite de resistencia a atracción dinámica ante cargas explosivas.	78
Tarjetas de tarea# 5 Calcular el coeficiente de dinamicidad	79
Tarjetas de tarea# 6 Calcular el coeficiente de poisson	79
Tarjetas de tarea# 7 Calcular módulo de elasticidad.....	80
Tarjetas de tarea# 8 Calcular la velocidad de las ondas transversales	80
Tarjetas de tarea# 9 Calcular el coeficiente de recálculo	80
Tarjetas de tarea# 10 Calcular la presión pseudo estática.....	81
Tarjetas de tarea# 11 Calcular el límite de resistencia a cortante dinámico.....	81
Tarjetas de tarea# 12 Calcular la presión en frente de la onda de la detonación.....	82
Tarjetas de tarea# 13 Calcular la presión media en el barreno	82
Tarjetas de tarea# 14 Calcular la velocidad de los productos de la explosión	83
Tarjetas de tarea# 15 Calcular el valor inicial de la presión en el frente de las ondas.....	83
Tarjetas de tarea# 16 Calcular los coeficientes empíricos A y m	84
Tarjetas de tarea# 17 Calcular la presión máxima en el frente de la onda.....	84
Tarjetas de tarea# 18 Calcular la densidad de la roca en el frente de la onda	85
Tarjetas de tarea# 19 Calcular la velocidad de las partículas	85
Tarjetas de tarea# 20 Calcular la velocidad del frente de la onda refractada.....	86
Tarjetas de tarea# 21 Calcular la máxima amplitud de las tensiones.....	86
Tarjetas de tarea# 22 Calcular distancia relativa.....	87

Tarjetas de tarea# 23 Calcular radio de carga equivalente	87
Tarjetas de tarea# 24 Calcular la máxima amplitud de la componente tangencial.....	88
Tarjetas de tarea# 25 Calcular la máxima amplitud de las tensiones a cortante	88
Tarjetas de tarea# 26 Calcular magnitudes adimensionales.....	89
Tarjetas de tarea# 27 Calcular radio de agrietamiento.....	89
Tarjetas de tarea# 28 Calcular radio de descostramiento	90
Tarjetas de tarea# 29 Calcular radio de trituración.....	90
Tarjetas de tarea# 30 Calcular la línea de menor resistencia.....	90
Tarjetas de tarea# 31 calcular la línea de menor resistencia para el macizo monolítico	91
Tarjetas de tarea# 32 Calcular sumatoria abertura de las grietas	91
Tarjetas de tarea# 33 Calcular coeficiente que depende del material que rellena las grietas	92
Tarjetas de tarea# 34 Calcular el coeficiente de debilitamiento	92
Tarjetas de tarea# 35 Calcular distancia entre cargas en la fila	93
Tarjetas de tarea# 36 Calcular distancia relativa a*	93
Tarjetas de tarea# 37 Calcular distancia relativa natural.....	94
Tarjetas de tarea# 38 Calcular coeficiente que caracteriza la curva de crecimiento	94
Tarjetas de tarea# 39 Calcular tiempo en el momento de llegada de las ondas al punto.....	95
Tarjetas de tarea# 40 Calcular duración de crecimiento de la amplitud de las tensiones hasta el máximo	95
Tarjetas de tarea# 41 Calcular coeficiente que caracteriza la duración de la fase positiva de la onda.....	96
Tarjetas de tarea# 42 Calcular magnitudes dimensionales a1, a2, b1, b2	96
Tarjetas de tarea# 43 Calcular valor suma mínimo de las amplitudes	97
Tarjetas de tarea# 44 Calcular para el macizo con un agrietamiento dado.....	97
Tarjetas de tarea# 45 Calcular radio de la carga esférica	98
Tarjetas de tarea# 46 Calcular radio de la carga esférica equivalente.....	98
Tarjetas de tarea# 47 Calcular longitud relativa del relleno.....	99

Tarjetas de tarea# 48 Calcular longitud de relleno	99
Tarjetas de tarea# 49 Calcular línea de menor resistencia relativa por el piso.....	100
Tarjetas de tarea# 50 Calcular el radio de esférica convencional equivalente	100
Tarjetas de tarea# 51 Calcular radio real de la carga esférica	101
Tarjetas de tarea# 52 Calcular parte inferior de la carga	101
Tarjetas de tarea# 53 Calcular parte superior de la carga	101
Tarjetas de tarea# 54 Calcular longitud de sobreperforación	102
Tarjetas de tarea# 55 Autenticar usuario	102
Tabla 3.32 PA: Prueba para comprobar el cálculo del diámetro de perforación	103
Tabla 3.32 PA: Prueba para comprobar el cálculo de la presión máxima	103
Tabla 3.32 PA: Prueba para comprobar el cálculo de la distancia relativa*	104
Tabla 3.32 PA: Prueba para comprobar el cálculo del coeficiente de poisson.....	104
Tabla 3.32 PA: Prueba para comprobar el cálculo de la distancia entre cargas en la fila	105
Tabla 3.32 PA: Prueba para comprobar el cálculo de los coeficientes empíricos.....	105
Tabla 3.32 PA: Prueba para comprobar el cálculo del módulo de elasticidad.....	106
Tabla 3.32 Prueba para comprobar el cálculo del coeficiente de refracción acústica	106
Tabla 3.32 Prueba para comprobar el cálculo de la velocidad de los productos de la explosión.....	107
Figura 1 Método de bisección aplicadas en un intervalo $[a_1; b_1]$	12

Introducción

Los avances en las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) constituyen un eslabón fundamental para la sociedad. Estas incluyen la electrónica, como tecnología base que soporta el desarrollo de las telecomunicaciones, la informática, y el audiovisual que favorece la comunicación y el intercambio de información en el mundo actual. También permiten la adquisición, almacenamiento, comunicación y presentación de informaciones en forma de datos, imágenes, etc.

Nuestro país no está exento de los adelantos tecnológicos en la informática. Estos son aplicados en diversas áreas de la ciencia entre ellas la minería, que es una de las ramas más importantes de la economía cubana.

La explotación de canteras de áridos tiene entre sus tareas la perforación y voladura para la extracción del mineral. Como resultados de investigaciones realizadas en el Departamento de Minería del ISMMM, existen metodologías para el diseño de patrones de voladura que han sido utilizadas exitosamente en canteras de materiales de la construcción del oriente del país. La utilización experimental de estas metodologías ha traído consigo la disminución del porcentaje de rocas con dimensiones superiores a los admitidos en el proceso productivo. Las propiedades de las rocas, las características mecánico-estructurales del macizo, las características de la sustancia explosiva y la acción de su explosión sobre el macizo son parámetros para el cálculo de los patrones de voladura en las metodologías propuestas.

Actualmente, el cálculo de los patrones de voladuras es realizado por los ingenieros de minas utilizando como herramientas el Microsoft Excel, del paquete de Office; en otras ocasiones los realizan de manera manual valiéndose de la calculadora. Los cálculos que deben realizar son extensos y complejos lo que incrementa la posibilidad de que se produzcan errores, lo que trae aparejado poca confiabilidad en los resultados.

A partir de lo antes mencionado se declara como **problema**:

¿Cómo facilitar el diseño de patrones de voladuras en canteras de áridos?

Sistema informático de diseño de patrones de voladuras en canteras de áridos

Como **objeto de estudio** se tiene: Informatización del diseño de patrones de voladuras. De ahí se deriva el **campo de acción**, Sistema informático del diseño de patrones de voladuras en canteras de áridos.

Para dar respuesta al problema científico se plantea como **idea a defender**: El diseño e implementación de una aplicación que concentre los cálculos generados durante el diseño de los patrones de voladuras en canteras de áridos, agilizará el diseño de patrones de voladuras en canteras de áridos.

En correspondencia con la idea a defender planteada, se define como **objetivo del trabajo**: Desarrollar un sistema informático para el cálculo de los patrones de voladuras en canteras de áridos.

Como Objetivo Específicos:

1. Establecer los modelos matemáticos para el diseño de los patrones de voladuras en canteras de áridos.
2. Realizar el análisis, diseño e implementación de un sistema informático para el cálculo de patrones de voladuras en canteras de áridos.
3. Realizar el estudio de la factibilidad del software.

Para lograr los objetivos propuestos se han trazado una serie de **tareas** a realizar:

- ✓ Análisis bibliográfico relacionado con los patrones de voladuras en canteras de áridos.
- ✓ Investigación sobre los métodos numéricos que se pueden utilizar para los cálculos.
- ✓ Extracción de las principales funcionalidades del software.
- ✓ Implementación y Validación del sistema Informático creado.

Para dar respuesta a estas tareas propuestas se emplearon los métodos científicos de la investigación: **teóricos y empíricos**.

Los métodos empíricos de investigación estudian las características y relaciones esenciales del objeto que son accesibles directamente desde la percepción sensorial (Legrá Lobaina, 2008)

Los métodos teóricos de investigación se aplican durante el proceso de explicación, predicción, interpretación y comprensión de la esencia del objeto. Posibilitan la interpretación conceptual de los datos empíricos, revelan las relaciones esenciales del objeto de investigación que no son observados a simple vista, participan en la construcción del modelo y la hipótesis de la investigación. (Legrá Lobaina, 2008)

Entre los **métodos empíricos** se encuentran:

Entrevista: Es necesaria en la recopilación de la información para el conocimiento del problema en general. En esta investigación, se realizaron varias entrevistas al experto y a otros especialistas en la temática, que radica en el Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, para aclarar algunas dudas sobre los cálculos de los patrones de voladuras.

Comparación: Esta se utilizó en la búsqueda y solución de problemas, donde se pudo comparar todas las herramientas estudiadas y así definir cual utilizar.

Entre los **métodos teóricos** se encuentran:

Hipotético – Deductivo: Este método permitió realizar el debido análisis para el desarrollo de la investigación, ya que a partir de un problema planteado y una hipótesis se deduce una solución.

Análisis y síntesis: Fue empleado en la recopilación y el procesamiento de la información obtenida en los métodos empíricos y de esta forma arribar a las conclusiones.

Causa-Efecto: En la formulación del problema científico y la situación problemática, que desencadenan la investigación así como el desarrollo del objeto de estudio.

La tesis tiene la siguiente estructura:

Capítulo 1 “Fundamentación Teórica: se aborda el objeto de estudio del presente trabajo, trabajos precedentes en el diseño de patrones de voladuras en canteras de áridos, incluyendo las comparaciones entre herramientas, lenguajes de

programación y metodologías de desarrollo, para poder escoger cual se adecua más a las características de esta aplicación.

Capítulo 2 “Planificación y Diseño”: se hace uso de la metodología expuesta en el capítulo inicial para el desarrollo del proyecto, abordando sus dos primeras fases.

Capítulo 3 “Desarrollo, Pruebas y Estudio de Factibilidad”: se presentan la implementación de las tarjetas de ingeniería, las pruebas realizadas con sus resultados, así como un estudio para ver la Factibilidad del producto haciendo uso de la Metodología Costo Efectividad (Beneficio).

Capítulo I Fundamentación Teórica

El estudio de las cuestiones relacionadas con la acción de la explosión en el medio y la elaboración sobre la base de estos, de métodos de cálculo de las cargas se realiza desde principios del siglo XVII. Sin embargo debido a la extraordinaria complejidad y rapidez de los procesos que surgen durante la explosión hasta hoy en día no se ha creado una teoría, que exprese cuantitativamente, los fenómenos que surgen durante la explosión.

En las canteras de áridos se confronta el problema de la salida de un alto porcentaje de pedazos de rocas con dimensiones superiores a los admitidos por los eslabones siguientes de la cadena tecnológica, esto provoca la necesidad de un gran volumen de fragmentación secundaria, lo cual trae aparejado numerosos inconvenientes y el encarecimiento de todas las labores que se reflejan en el costo de producción. (Alexander, 2005).

Es por ello que existe la necesidad de un sistema informático para el cálculo del diseño de patrones de voladuras en canteras de áridos que considere las propiedades de las rocas, las características mecánico-estructurales del macizo, las propiedades de las diferentes sustancias explosivas y la acción de la explosión de éstas sobre el macizo que permita minimizar gastos económicos a los especialistas en las ramas de la minería.

El objetivo del presente capítulo es definir los conceptos fundamentales acerca del cálculo del diseño de patrones de voladuras, partir de los trabajos precedentes, los sistemas automatizados existentes, así como la selección del lenguaje de programación y la propuesta de la metodología a seguir en la realización del sistema informático.

1.1 Trabajos precedentes sobre los patrones de voladuras en canteras de áridos

De la revisión bibliográfica se puede afirmar que existen dos tendencias bibliográficas:

Sistema informático de diseño de patrones de voladuras en canteras de áridos

- ✓ La metodología para el diseño de los patrones de voladuras en canteras de áridos. (Alexander, 2005)
- ✓ La metodología para el diseño de patrones de voladuras en las canteras de áridos con cargas desacopladas con espacio anular con aire. (Joe-Boy, 2006)

En los trabajos anteriores se plantea que a partir de los conocimientos acumulados y las investigaciones realizadas por distintos autores en el campo de la mecánica de las rocas y la acción de la explosión en el macizo rocoso, se proponen dos metodologías para el diseño de los patrones de voladuras las cuales constan de los siguientes pasos:

- ✓ Determinación del diámetro de perforación y la sustancia explosiva (SE) a emplear.
- ✓ Determinación de las propiedades físicas de las rocas;
- ✓ Estudio del agrietamiento del macizo.
- ✓ Determinación analítica del estado tensional del macizo al explosionar cargas compactas.
- ✓ Diseño de los patrones de voladura
- ✓ Ajuste experimental de los patrones de voladura.

Determinación del diámetro de perforación y la sustancia explosiva a emplear:

La elección del diámetro de los barrenos depende, fundamentalmente, de la producción que se requiere y de la resistencia de la roca y también hay que tener en cuenta el tipo de SE que se va a utilizar para lograr las cargas compactas, en el caso de las SE encartuchadas.

Determinación de las propiedades físicas de las rocas

Se determinan:

- ✓ Densidad
- ✓ Masa volumétrica
- ✓ Resistencia a compresión simple estática
- ✓ Resistencia a tracción estática
- ✓ Velocidad de las ondas elásticas longitudinales

Estudio del agrietamiento del macizo.

- En el estudio del agrietamiento se determinan:
 - ❖ Número de familias de grietas;
 - En cada familia de grietas:
 - ✓ Rumbo
 - ✓ Buzamiento
 - ✓ Distancia entre grietas
 - ✓ Abertura de las grietas
 - ✓ Tipo de relleno.

Determinación analítica del estado tensional del macizo y las zonas de fragmentación al explosionar cargas compactas

En esta etapa se realizan los cálculos para un macizo isótropo, elástico, continuo y monolítico.

Diseño de los patrones de voladura

Como los radios de agrietamiento y descostramiento se determinaron para un macizo monolítico, es necesario introducir la influencia del agrietamiento en el debilitamiento de las tensiones.

En el trabajo “Metodología para el diseño de patrones de voladuras en canteras de áridos con cargas desacopladas con espacio anular con aire” (B. Amadu, 2006). Se ha calculado la línea de menor resistencia teniendo en cuenta el diámetro de perforación, la densidad de carga, la capacidad de trabajo de la SE y la densidad y agrietamiento de las rocas.

$$W = K_T * \vartheta \sqrt{\frac{\Delta \varepsilon}{\gamma}}, m$$

Donde:

K_T - coeficiente de agrietamiento del macizo rocoso, m.

Sistema informático de diseño de patrones de voladuras en canteras de áridos

\varnothing - diámetro de barreno, m;

Δ - densidad de carga, t/m

γ - masa volumétrica de las rocas, t/m

m - coeficiente de aproximación de los taladros, m en la mayoría de los casos

Masa volumétrica: Para su determinación se utiliza el método de la pesada hidrostática;

Densidad: Para su determinación se utiliza el método picnómetro.

Porosidad total: Se calcula con los valores de la densidad y la masa volumétrica;

Límite de resistencia a la compresión simple estática: Se determina en muestras cúbicas de 50 x 50 x 50 mm;

Límite resistencia a tracción estática: Se determina por el método de flexión, utilizando muestras rectangulares con sección transversal de 35 x 35 mm y, longitud de 315 mm.

Teniendo ambas velocidades Vl^m y Vl^v se calcula el coeficiente de Poisson (μ).

Con la velocidad de las ondas en las varillas se calcula el módulo de Young (E).

Con el módulo de Young y el coeficiente de Poisson se calcula la velocidad de las ondas transversales.

Para determinar las propiedades, se realiza el muestreo siguiendo un criterio aleatorio y cuidando que las mismas sean representativas.

Ajuste experimental de los patrones de voladuras

Una vez diseñados los patrones de voladuras se comprueban experimentalmente y se ajustan, de ser necesario, los parámetros de los mismos.

Los elementos antes expuestos exigen ante la dificultad para obtener los resultados, el desarrollo de una aplicación informática, y que automatice la

metodología presentada.

1.2 Sistemas automatizados existentes vinculados al campo de acción

La automatización se ha vuelto el eslogan de los mejoramientos de tecnología minera. Mientras los ingenieros en mina alrededor del mundo intentan conseguir la automatización total en la minería a cielo abierto, descubren las variables específicas de cada lugar que exige a las máquinas pensar y resolver problemas. A menudo esas variables se vuelven abrumadoras cuando se considera la operación completa. Para algunos procesos repetitivos que requieren un rendimiento constante, tal como la perforación por voladura, hoy en día la industria está viendo a la tecnología mejorar a pasos agigantados.

El sistema Ardvarc (Control por Radio Automatizado Avanzado del Vector para Perforadora Giratoria) es uno de estos sistemas. Tiene tres configuraciones. Ardvarc es el sistema básico seguido por Ardvarc con One-Touch y Ardvarc con Auto Propel. Ardvarc básico es un sistema de manejo de perforación que proporciona a los usuarios datos de producción, datos de la condición de la máquina y posicionamiento GPS. El sistema auto-perforación brinda todos los datos y funcionalidad del sistema de administración de datos con el control de perforación One-Touch (de un toque). El sistema Auto-Propel (autopropulsión) combina un sistema de propulsión y posicionamiento automático, y una opción para sistema con capacidades de operación autónoma con un conjunto One-Touch.

Se utiliza actualmente para perforación en pozos, túneles, extracción del carbón, en minas de cobre y metalúrgicas.(Steve-Fiscor, 2005)

1.3 Métodos numéricos aplicados al diseño de patrones de voladuras

El análisis de los modelos propuestos en la metodología del diseño de patrones de voladuras arrojó la necesidad de evaluar la utilización de métodos numéricos para el cálculo de los parámetros presión máxima (P_r) y distancia relativa*(distancia r^*).

Sistema informático de diseño de patrones de voladuras en canteras de áridos

La obtención de estos parámetros se realiza con la utilización de fórmulas complejas, que incluyen el cálculo de raíces de ecuaciones. Es por ello que fueron estudiados, entre otros, los métodos numéricos siguientes:

- ✓ Método de la secante (Alvares Blanco, 2004)
- ✓ Método de Regula Falsi (Alvares Blanco, 2004)
- ✓ Método de Newton-Raphson (Alvares Blanco, 2004)
- ✓ Método de bisección (Alvares Blanco, 2004)

La presión máxima se calcula en dependencia de la relación entre la resistencia de onda de la sustancia explosiva $P_{se}V_d$ y la resistencia de onda de la roca P_oV_l expresada en la siguiente ecuación.

Si $P_oV_l \geq P_{se}V_d$

$$\left\{ \frac{Pr}{Po} \left[1 - \frac{1}{\left(A \frac{Pr}{PoV_l^2} \right)^2} \right] \right\}^{1/2} = v - \frac{\sqrt{2K}(Pr - p)}{\{Pse(K + 1)[Pr(K + 1) - p(K - 1)]^{1/2}\}}$$

Si $P_oV_l \leq P_{se}V_d$

$$\left\{ \frac{Pr}{Po} \left[1 - \frac{1}{\left(A \frac{Pr}{PoV_l^2} \right)^{1/m}} \right] \right\}^{1/2} = v + \frac{2kVd}{K^2 - 1} \left[1 - \left(\frac{Pr}{p} \right)^{\frac{K-1}{2K}} \right]$$

Se determina la distancia r^* correspondiente al valor suma mínimo de la amplitud de las componentes tangenciales de las ondas expresada en la siguiente ecuación.

$$F(r^{[m]}) = 1 + e^{-\alpha(\tau - \tau_h)} \frac{\text{sen } \beta \tau}{\text{sen } \beta \tau_h} - \frac{c_1 + c_2(\bar{a} - r^*)}{c_1 + c_2(r^*)} \left(\frac{r^*}{a - r^*} \right)^{11}$$

El método escogido para el cálculo de la presión máxima y la distancia relativa es el de bisección porque es un algoritmo para buscar raíces que trabaja dividiendo el intervalo a la mitad y seleccionando el subintervalo que tiene la raíz.

Sistema informático de diseño de patrones de voladuras en canteras de áridos

Es el más sencillo de los métodos para determinar raíces reales de ecuaciones. No es un método rápido pero es el más robusto y una de las ventajas que tiene es que converge para cualquier función continua, (no hace falta la derivada).

Este es uno de los métodos más sencillos y de fácil intuición para resolver ecuaciones en una variable. Se basa en el teorema del valor intermedio (TVI), el cual establece que toda función continua f en un intervalo cerrado $[a,b]$ toma todos los valores que se hallan entre $f(a)$ y $f(b)$. Esto es que todo valor entre $f(a)$ y $f(b)$ es la imagen de al menos un valor en el intervalo $[a,b]$. En caso de que $f(a)$ y $f(b)$ tengan signos opuestos, el valor cero sería un valor intermedio entre $f(a)$ y $f(b)$, por lo que con certeza existe un p en $[a,b]$ que cumple $f(p)=0$. De esta forma, se asegura la existencia de al menos una solución de la ecuación $f(x)=0$.

El método consiste en lo siguiente:

- ✓ Debe existir seguridad sobre la continuidad de la función $f(x)$ en el intervalo $[a,b]$
- ✓ A continuación se verifica que $f(a) \cdot f(b) < 0$.
- ✓ Se calcula el punto medio m del intervalo $[a,b]$ y se evalúa $f(m)$ si ese valor es igual a cero, se ha encontrado la raíz buscada
- ✓ En caso de que no lo sea, se verifica si $f(m)$ tiene signo opuesto con $f(a)$ o con $f(b)$
- ✓ Se redefine el intervalo $[a, b]$ como $[a, m]$ ó $[m, b]$ según se haya determinado en cuál de estos intervalos ocurre un cambio de signo
- ✓ Con este nuevo intervalo se continúa sucesivamente encerrando la solución en un intervalo cada vez más pequeño, hasta alcanzar la precisión deseada

En la siguiente figura se ilustra el procedimiento descrito.

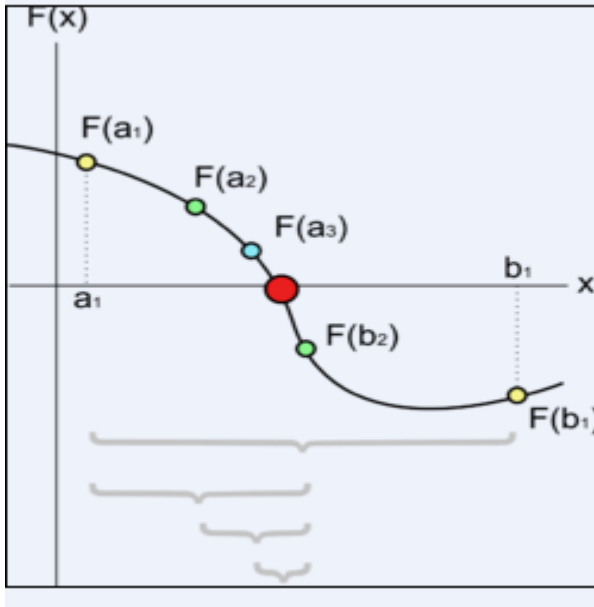


Figura 1 Método de bisección aplicadas en un intervalo $[a_1; b_1]$. El punto rojo es la raíz de la función.

El método de bisección es menos eficiente que el método de Newton, pero es mucho más seguro para garantizar la convergencia. Si f es una función continua en el intervalo $[a, b]$ y $f(a) f(b) < 0$, entonces este método converge a la raíz de f . De hecho, una cota del error absoluto es:

$$\frac{|b - a|}{2}$$

La bisección converge linealmente, por lo cual es un poco lento. Sin embargo, se garantiza la convergencia si $f(a)$ y $f(b)$ tienen distinto signo.

Si existieran más de una raíz en el intervalo entonces el método sigue siendo convergente pero no resulta tan fácil caracterizar hacia qué raíz converge el método. (Pasadas, 1995)

En pseudocódigo, esto es:

Paso 1 Se conoce Rinicial. Se calcular $F(Rinicial)$

Si $F(R_{inicial}) = 0$ entonces $R_b = R_{inicial}$ fin

En caso contrario

Paso 2 Se conoce R_{final} Se calcula $F(R_{final})$

Si $F(R_{final}) = 0$ entonces $R_b = R_{final}$ fin

En caso contrario

Paso 3 si $F(R_{inicial}) * F(R_{final}) > 0$ entonces no se puede hallar la solución fin

En caso contrario

Repetir hallar $R_{medio} = R_{inicial} + R_{final} / 2$ y hallar $F(R_{medio})$

Si $F(R_{medio}) = 0$ entonces $R_b = R_{medio}$ fin

En caso contrario

Si $F(R_{inicial}) * F(R_{final}) < 0$ entonces $R_{final} = R_{medio}$ ($F(R_{final}) = F(R_{medio})$)

En caso contrario

$R_{inicial} = R_{medio}$ ($F(R_{inicial}) = F(R_{medio})$)

Hasta $|F(R_{inicial}) - F(R_{medio})| < \epsilon = 0.001$

$R_b = R_{inicial} + R_{final} / 2;$

1.4 Herramientas y métodos utilizados

A continuación se hace una valoración del lenguaje de programación, el entorno de desarrollo, y la metodología seleccionada para el desarrollo de la aplicación.

1.4.1 Lenguaje de programación : Java

✓ Características generales:

Orientado a objetos: se refiere a un método de programación y al diseño del lenguaje. Aunque hay muchas interpretaciones para Orientado a objeto, una primera idea es diseñar el software de forma que los distintos tipos de datos que usen estén unidos a sus operaciones. Así, los datos y el código (funciones o métodos) se combinan en entidades llamadas objetos. Un objeto puede verse como un paquete que contiene el “comportamiento” (el código) y el “estado” (datos). El principio es separar aquello que cambia de las cosas que permanecen inalterables. Frecuentemente, cambiar una estructura de datos implica un cambio en el código que opera sobre los mismos, o viceversa. Esta separación en objetos coherentes e independientes ofrece una base

más estable para el diseño de un sistema software. El objetivo es hacer que grandes proyectos sean fáciles de gestionar y manejar, mejorando como consecuencia su calidad y reduciendo el número de proyectos fallidos. Otra de las grandes promesas de la programación orientada a objetos es la creación de entidades más genéricas (objetos) que permitan la reutilización del software entre proyectos, una de las premisas fundamentales de la Ingeniería del Software.

La reutilización del software ha experimentado resultados dispares, encontrando dos dificultades principales: el diseño de objetos realmente genéricos es pobremente comprendido, y falta una metodología para la amplia comunicación de oportunidades de reutilización. Algunas comunidades de “código abierto” quieren ayudar en este problema dando medios a los desarrolladores para diseminar la información sobre el uso y versatilidad de objetos reutilizables y bibliotecas de objetos.

Independencia de la plataforma: Programas escritos en el lenguaje Java pueden ejecutarse igualmente en cualquier tipo de hardware. Es capaz de escribir un programa una vez y que pueda ejecutarse en cualquier dispositivo. Las implementaciones recientes de la JVM dan lugar a programas que se ejecutan considerablemente más rápido que las versiones antiguas, empleando diversas técnicas, aunque sigue siendo mucho más lento que otros lenguajes. El concepto de independencia de la plataforma de Java cuenta, con un gran éxito en las aplicaciones en el entorno del servidor.

El recolector de basura: El recolector de basura de Java permite una fácil creación, eliminación de objetos y mayor seguridad.

Sintaxis: La sintaxis de Java se deriva en gran medida de C++. Pero a diferencia de éste, que combina la sintaxis para programación genérica, estructurada y orientada a objetos, Java fue construido desde el principio para ser completamente orientado a objetos. Todo en Java es un objeto (salvo algunas excepciones), y todo en Java reside en alguna clase. Una clase es un molde a partir del cual pueden crearse varios objetos.

Entornos de funcionamiento: El diseño de Java, su robustez, el respaldo de la industria y su fácil portabilidad han hecho de Java uno de los lenguajes con un mayor crecimiento y amplitud de uso en distintos ámbitos de la industria de la informática.

En el navegador web: Desde la primera versión de java existe la posibilidad de desarrollar pequeñas aplicaciones (Applets) en Java que luego pueden ser incrustadas en una página HTML para que sean descargadas y ejecutadas por el navegador web. Estas mini-aplicaciones se ejecutan en una JVM que el navegador tiene configurada como extensión (plug-in) en un contexto de seguridad restringido configurable para impedir la ejecución local de código potencialmente malicioso. **(Ritchie, 1993)**

1.4.2 Entornos de Desarrollo Integrado (IDE): NetBeans

NetBeans es un entorno de desarrollo integrado libre, hecho principalmente para el lenguaje de programación Java. Existe además un número importante de módulos para extenderlo. NetBeans IDE es un producto libre y gratuito sin restricciones de uso.

NetBeans es un proyecto de código abierto de gran éxito con una gran base de usuarios, una comunidad en constante crecimiento, y con cerca de 100 socios en todo el mundo. Sun Microsystems fundó el proyecto de código abierto NetBeans en junio de 2000 y continúa siendo el patrocinador principal de los proyectos.

La plataforma NetBeans permite que las aplicaciones sean desarrolladas a partir de un conjunto de componentes de software llamados módulos. Un módulo es un archivo Java que contiene clases de java escritas para interactuar con las APIs de NetBeans y un archivo especial (manifest file) que lo identifica como módulo. Las aplicaciones construidas a partir de módulos pueden ser extendidas agregándole nuevos módulos. Debido a que los módulos pueden ser desarrollados independientemente, las aplicaciones basadas en la plataforma NetBeans pueden ser extendidas fácilmente por otros desarrolladores de software.

Es una herramienta para programadores pensada para escribir, compilar, depurar y ejecutar programas. Está escrito en Java pero puede servir para cualquier otro lenguaje de programación. Existe además un número importante de módulos para extender el IDE NetBeans. Es un producto libre y gratuito sin restricciones de uso. Tiene un código abierto escrito completamente en Java usando la plataforma NetBeans. Soporta el desarrollo de todos los tipos de aplicación Java y aplicaciones móviles. Todas las funciones del IDE son provistas por módulos. Cada módulo provee una función bien definida, tales como el soporte de Java, edición, o soporte para el sistema de control de versiones. NetBeans contiene todos los módulos necesarios para el desarrollo de aplicaciones Java en una sola descarga, permitiéndole al usuario comenzar a trabajar inmediatamente. Por tales características NetBeans cumple con los requisitos necesarios para ser utilizado en el desarrollo de la aplicación. (Taringa, 2013)

1.4.3 Metodología de desarrollo: programación Extrema(XP)

La Programación Extrema es una metodología ligera de desarrollo de software que se basa en la simplicidad, la comunicación y la realimentación o reutilización del código desarrollado. Está diseñada para entregar el software que los clientes necesitan en el momento en que lo necesitan.

Los objetivos de XP son muy simples:

La satisfacción del cliente.

Esta metodología trata de dar al cliente el software que él necesita y cuando lo necesita. Por tanto, debe responder muy rápido a las necesidades del cliente, incluso cuando los cambios sean al final de ciclo de la programación.

Potenciar al máximo el trabajo en grupo. Tanto los jefes de proyecto, los clientes y desarrolladores, son parte del equipo y están involucrados en el desarrollo del software.

El coste del cambio

Una de las suposiciones establecidas en la industria del software es que el coste de los cambios es un programa que crece exponencialmente con el tiempo. Este propone que si el sistema que se emplea hace que el coste del software aumente con el tiempo entonces se debe actuar de forma diferente. Por tanto XP se propone conseguir lo siguiente:

Diseñar lo más sencillo que sea posible, para hacer sólo lo imprescindible en un momento dado, la simplicidad del código y los test continuos hace que los cambios sean posibles tan a menudo como sea necesario.

La programación orientada a objetos es una tecnología clave para el mantenimiento del software, cada mensaje a un objeto es una oportunidad de cambio sin necesidad de cambiar el código existente.

Las características fundamentales son:

- ✓ **Desarrollo iterativo e incremental:** pequeñas mejoras, unas tras otras.
- ✓ **Pruebas unitarias** o continuas: frecuentemente repetidas y automatizadas, incluyendo pruebas de regresión. Se aconseja escribir el código de la prueba antes de la codificación.
- ✓ **Programación en parejas:** se recomienda que las tareas de desarrollo se lleven a cabo por dos personas en un mismo puesto. Se supone que la mayor calidad del código escrito de esta manera -el código es revisado y discutido mientras se escribe- es más importante que la posible pérdida de productividad inmediata.
- ✓ **Frecuente integración del equipo de programación con el cliente** o usuario. Se recomienda que un representante del cliente trabaje junto al equipo de desarrollo.
- ✓ **Corrección de todos los errores** antes de añadir nueva funcionalidad. Hacer entregas frecuentes.
- ✓ Refactorización del código, es decir, reescribir ciertas partes del código para aumentar su legibilidad y mantenibilidad pero sin modificar su comportamiento.

Las pruebas han de garantizar que en la refactorización no se ha introducido ningún fallo.

- ✓ **Propiedad del código compartida:** en vez de dividir la responsabilidad en el desarrollo de cada módulo en grupos de trabajo distintos, este método promueve el que todo el personal pueda corregir y extender cualquier parte del proyecto. Las frecuentes pruebas de regresión garantizan que los posibles errores serán detectados.
- ✓ **Simplicidad en el código:** es la mejor manera de que las cosas funcionen. Cuando todo funcione se podrá añadir funcionalidad si es necesario. La programación extrema apuesta que es más sencillo hacer algo simple y tener un poco de trabajo extra para cambiarlo si se requiere, que realizar algo complicado y quizás nunca utilizarlo.

La simplicidad y la comunicación son extraordinariamente complementarias. Con más comunicación resulta más fácil identificar qué se debe y qué no se debe hacer. Cuanto más simple es el sistema, menos tendrá que comunicar sobre éste, lo que lleva a una comunicación más completa, especialmente si se puede reducir el equipo de programadores. (Beck, 1999)

1.5 Conclusiones del capítulo.

En este capítulo se abordaron elementos necesarios para la comprensión y fundamentación de la solución propuesta. Las tendencias y tecnologías actuales relacionadas con el tema, se hizo una valoración del lenguaje de programación, el entorno de desarrollo que se pretenden utilizar en la futura implementación, la metodología de desarrollo, así como el método numérico. Una vez conocidas las herramientas y conceptos a usar se puede proseguir con la propuesta de solución.

Capítulo 2: Planificación y Diseño

Introducción

En este capítulo, se introduce la fase de planificación y diseño, donde se detallan las necesidades del cliente, se describen las funcionalidades que serán objeto de informatización mediante el empleo de las historias de usuarios (HU), se realiza una estimación del esfuerzo necesario para las mismas y se establece un plan de iteraciones necesarias sobre el sistema, para su terminación.

2.1 Funcionalidades generales

El cálculo del diseño de patrones de voladuras en canteras de áridos se realiza de forma manual, lo que hace el proceso más lento, con el aumento de gastos de papel y otros materiales de oficina.

Incrementa la posibilidad de que se produzcan errores en el momento de obtener los resultados de los mismos, lo que trae como consecuencia más tiempo y poca confiabilidad en los resultados.

De la descripción antes expuesta, se identifican como requisitos generales del sistema, determinación del diámetro de perforación, determinación de las propiedades físicas de las rocas, determinación analítica del estado tensional del macizo al explotar cargas compactas y desacopladas y el diseño de los patrones de voladuras. A continuación se describe las personas que van a interactuar con el sistema.

Tabla 2.1 Personas relacionadas con el sistema

Personas relacionadas con el sistema	Justificación
Especialista	Es la persona que tiene conocimiento de los diseños de patrones de voladuras en canteras de áridos

Desarrollador

Es la persona responsable de llevar a cabo la implementación del sistema.

2.2 Principales Funcionalidades

Las principales funcionalidades del producto se realiza una vez esté definido el proceso del negocio, en la misma se pueden observar los requisitos funcionales del sistema, una vez que se haya concluido con este. Estas funcionalidades se crean con la intención de tener documentadas todas las condiciones que deberá cumplir y las características a tener el sistema una vez esté realizado.

De acuerdo a lo antes expuesto, el sistema debe ser capaz de:

1. Calcular el diámetro de perforación
2. Calcular el límite de resistencia a tracción estática
3. Calcular el coeficiente de poisson
4. Calcular el módulo de elasticidad
5. Calcular la velocidad de las ondas transversales en las rocas
6. Calcular el límite de resistencia a compresión dinámica ante cargas explosivas
7. Calcular el coeficiente de dinamicidad
8. Calcular el límite de resistencia a atracción dinámica ante cargas explosivas
9. Calcular la presión en frente de la onda de la detonación de la SE.
10. Calcular la velocidad de los productos de la explosión.
11. Calcular la presión media en el barreno
12. Calcular el coeficiente de refracción acústica de las ondas
13. Calcular el valor inicial de la presión en el frente de las ondas refractadas en la roca.
14. Calcular los coeficientes empíricos A y m
15. Calcular el límite de resistencia a cortante dinámico
16. Calcular la presión seudo estática
17. Calcular el coeficiente de recálculo
18. Calcular la presión máxima
19. Calcular la densidad de la roca en el frente de la onda

20. Calcular la velocidad de las partículas
21. Calcular la velocidad del frente de la onda refractada
22. Calcular la máxima amplitud de las tensiones en el componente radial de las ondas al difundirse por el macizo alrededor de la carga
23. Calcular la distancia relativa del punto considerado del macizo al centro de la carga
24. Calcular la distancia del punto considerado del macizo al centro de la carga
25. Calcular el radio de carga equivalente
26. Calcular la máxima amplitud de la componente tangencial de estas ondas
27. Calcular las magnitudes adimensionales (C1 y C2)
28. Calcular la máxima amplitud de las tensiones a cortante
29. Calcular el radio de agrietamiento
30. Calcular el radio de descostramiento
31. Calcular el radio de trituración
32. Calcular el coeficiente de debilitamiento de la amplitud de las tensiones
33. Calcular la sumatoria de abertura de las grietas
34. Calcular el coeficiente que depende del material que rellena las grietas
35. Calcular la línea menor de resistencia
36. Calcular la línea de menor resistencia para el macizo monolítico
37. Calcular la distancia entre cargas en la fila
38. Calcular distancia relativa a*
39. Calcular la distancia relativa natural.
40. Calcular el coeficiente que caracteriza la curvatura de crecimiento y caída de la amplitud de la tensión con el tiempo
41. Calcular el tiempo en el momento de la llegada de las ondas al punto
42. Calcular la duración del crecimiento de la amplitudes de las tensiones hasta el máximo
43. Calcular el coeficiente que caracteriza la duración de la fase positiva de la onda de tensión
44. Calcular las magnitudes dimensionales
45. Calcular el valor suma mínimo de las amplitudes de las componentes tangenciales

46. Calcular la línea de menor resistencia para el macizo con un agrietamiento dado
47. Calcular el radio de la carga esférica
48. Calcular el radio de la carga esférica equivalente
49. Calcular la longitud relativa del relleno
50. Calcular la longitud de relleno
51. Calcular la línea de menor resistencia relativa por el piso
52. Calcular el radio de carga esférica convencional equivalente
53. Calcular el radio real de la carga esférica
54. Calcular la parte inferior de la carga
55. Calcular la parte superior de la carga
56. Calcular la longitud de sobreperforación

2.3 Historias de usuarios

Se plantean las historias de usuario previstas por el cliente. Teniendo en cuenta el esfuerzo asociado a las historias de usuario y las prioridades del cliente se define una versión que sea de valor para el cliente. Se describen brevemente las características que el sistema debe tener desde la perspectiva del cliente.

Tabla 2.3.1 Planilla de Historia de usuario

Historia de usuario

Número: Número de historia de usuario **Usuario:** Usuario entrevistado para obtener la función requerida a automatizar.

Nombre historia: Nombre de la historia de usuario que sirve para identificarla mejor entre los desarrolladores y el cliente.

Prioridad en negocio: Importancia de la historia para el cliente: Alta / Media / Baja / Muy baja **Riesgo en Desarrollo:** Dificultad para el programador: Alta / Media / Baja

Puntos estimados: Estimación: de 1 a 3 **Iteración Asignada:** Iteración a la

puntos

que corresponde

Programador responsable: Liliana Quintero Durán

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.

Tabla2.3.1 HU No 1 Autenticar Usuario

Historia de usuario

Número: 1

Usuario: mineros

Nombre historia: Autenticar Usuario

Prioridad en negocio: Alta

Riesgo en Desarrollo: Media

Puntos estimados:2

Iteración Asignada: 1

Programador responsable: Liliana Quintero Durán

Descripción: Antes de iniciar la aplicación se solicita el nombre de usuario y su clave para que tenga acceso.

Observaciones: Muestra un mensaje cuando el usuario y la contraseña no sean correctos.

En el [Anexo 1](#) se muestran todas las historias de usuarios

2.4 Planificación de entregas

A continuación, se realiza una estimación del esfuerzo necesario de cada una de las historias de usuarios por parte de los programadores. Las estimaciones asociadas a la implementación de las historias se establecen empleando como medida el punto de

estimación. Las historias generalmente tienen un valor de 1 a 3 puntos. Además, se mantiene un registro de la velocidad de desarrollo, establecida por puntos de iteración, basado fundamentalmente en la suma de los puntos de estimación correspondientes a las HU, que fueron terminadas en la última iteración.

2.4.1 Estimación de esfuerzo por historias de usuario

Para el buen desarrollo del sistema propuesto, se realizó una estimación para cada una de las HU identificadas, y se obtuvieron los resultados que se muestran a continuación:

Tabla 3.1.1 Estimación de esfuerzo por historia de usuario

Historias de usuarios	Puntos de estimación
Determinación del diámetro de perforación.	3semanas
Calcular el límite de resistencia a tracción estática	2semana
Calcular el coeficiente de poisson	2 semanas
Calcular el módulo y velocidad	1 semanas
Calcular el coeficiente de recálculo	3 semanas
Calcular la velocidad de los productos de la explosión	2 semanas
Calcular los coeficientes empíricos A y m	3 semanas
Calcular la presión máxima en frente de la onda	3 semanas
Calcular la densidad de la roca en el frente de la onda	2 semanas
Calcular la máxima amplitud de las tensiones	2 semanas
Calcular las magnitudes adimensionales	1 semanas
Calcular los radios relativos	2 semana
Calcular las líneas de menor resistencia	2 semana

Calcular las aberturas de las grietas	2 semanas
Calcular la distancia entre cargas en la fila	3 semanas
Calcular el coeficiente que caracteriza la curva de crecimiento	2 semanas
Calcular las magnitudes dimensionales	1 semana
Determinar el valor suma mínimo de las amplitudes	3 semanas
Calcular la línea de menor resistencia para el macizo con un agrietamiento dado	2 semana
Calcular el radio de la carga esférica	1 semanas
Calcular la línea de menor resistencia por el piso	2 semana
Calcular el radio de la carga esférica convencional equivalente	1 semana
Autenticar Usuario	1 semana

2.5 Plan de iteraciones

Después de realizar un análisis de las historias de usuarios y de priorizar cada una de estas se realizó el siguiente plan de iteración. El mismo tiene como entrada la relación de historias de usuario previamente definida.

En relación con lo antes tratado se decide realizar el sistema en iteración, las cuales se explican a continuación:

Primera iteración:

Esta iteración tiene como objetivo darle cumplimiento a las HU que se consideraron de mayor importancia para el desarrollo de la aplicación. Al concluir con dicha iteración se

contará con todas las funcionalidades descritas en las HU 1, 7, 8, 15, 18 y 23 las cuales hacen alusión a la determinación del diámetro de perforación, el cálculo de los coeficientes empíricos, la presión máxima en frente de la onda, la distancia entre cargas en la fila y el valor suma mínimo de las amplitudes de las componentes tangenciales. Además se tendrá la primera versión de prueba, con dos modelos de desarrollo que incorporan todas las funcionalidades antes vistas, estos modelos se presentarán al cliente con el objetivo de obtener una retroalimentación del mismo para posteriores iteraciones del producto

Segunda iteración:

Esta iteración tiene como finalidad el desarrollo de las HU 5, 6, 9, 10, 12, y 21. Las mismas son las que brindan las funcionalidades de calcular coeficientes de recálculo, la velocidad de los productos de la explosión, la densidad de la roca en el frente de la onda, la máxima amplitud de las tensiones, los radios relativos y los radios de la carga esférica convencional equivalente. La versión que se obtenga de esta iteración en unión con la entregada en la iteración anterior se le facilitará al cliente para comprobar si cumple con las necesidades antes acordadas con él.

Tercera iteración:

Esta iteración tiene como finalidad el desarrollo de las HU 2, 3, 4, 11, 13 y 22. Las mismas son las que brindan las funcionalidades de calcular límites de resistencia a atracción estática, el coeficiente de poisson, el módulo de elasticidad, las magnitudes adimensionales, la línea de menor resistencia y el radio de la carga esférica convencional equivalente. La versión que se obtenga de esta iteración en unión con la entregada en la iteración anterior se le facilitará al cliente para comprobar si cumple con las necesidades antes acordadas con él.

Cuarta iteración:

Esta última iteración del módulo tiene como propósito llevar a cabo el desarrollo de la HU 14, 16, 17, 19, y 20. Las cuales proporcionan calcular la abertura de las grietas, el

Sistema informático de diseño de patrones de voladuras en canteras de áridos

coeficiente que caracteriza la curva de crecimiento, las magnitudes dimensionales, para el macizo con un agrietamiento dado y el radio de la carga esférica. Estas HU serán integradas con el resultado de las iteraciones anteriores, y como fruto de esta integración se obtendrá la versión 1.0 del producto final. A partir de este momento el software será puesto a un proceso de prueba para evaluar el desempeño del mismo.

Tabla 2.5 Plan de iteraciones

Iteraciones	Historias de usuarios	Duración en Total
1	Se implementarán las HU 1, 7, 8,15, 18 y 23	15 semanas y 105 días
2	Se implementarán las HU 5, 6, 9, 10, 12, y 22.	11 semanas 77 días
3	Se implementarán las HU 2, 3, 4, 11, 13, 22.	10 semanas y 70 días
4	Se implementarán las HU 14, 16, 17, 19 y 20.	8 semanas y 56 días
Total		308 días

2.6 Clases, Responsabilidades y Colaboraciones

En este epígrafe se describen las tarjetas de clases, responsabilidades y colaboración, conocidas tradicionalmente como tarjetas CRC, las cuáles se realizan con el objetivo de facilitar la comunicación y documentar los resultados.

Tabla 2.6 Tarjeta CRC No 1 PatronesVoladuras

Nombre de la Clase : Patrones Voladura	
Tipo de clase: lógica del negocio	
Responsabilidades	Colaboradores
Calcular Diámetro perforación	
Calcular límite de resistencia a tracción estática	
Calcular coeficiente de Poisson.	Velocidad Ondas longitudinales
Calcular módulo de elasticidad	Velocidad Ondas longitudinales
Calcular velocidad ondas transversales	Poisson Módulo de elasticidad
Calcular límite de resistencia a compresión dinámica ante cargas explosivas	Coefficiente Dinamicidad
Calcular coeficiente de dinamicidad.	Limite resistencia compresión estática
Calcular límite de resistencia a atracción dinámica ante cargas explosivas	Coefficiente dinamicidad
Calcular límite Resistencia Cortante Dinámico	presión pseudo estática

Calcular presión seudo estática	Calcular coeficiente recálculo
Calcular coeficiente recálculo	
Calcular la presión en frente de la onda de la detonación de la sustancia explosiva	
Calcular la velocidad de los productos de la explosión.	
Calcular el coeficiente de refracción acústica de las ondas	
Calcular el valor inicial de la presión en el frente de las ondas refractadas en la roca.	coeficiente refracción acústica ondas
Calcular coeficientes empíricos A y m	Presión máxima
Calcular la densidad de la roca en el frente de la onda	
Calcular la velocidad de las partículas	
Calcular la velocidad del frente de la onda refractada	
Calcular presión media en el barreno	
Calcular la máxima amplitud de las tensiones en el componente radial de las ondas al difundirse por el macizo alrededor de la carga.	Presión máxima Distancia relativa
Calcular distancia relativa del punto	Radio de carga equivalente

considerado del macizo al centro de la carga.	
Calcular máxima amplitud de las tensiones a cortante	
Calcular distancia del punto considerado del macizo al centro de la carga.	
Calcular radio de carga equivalente.	
Calcular la máxima amplitud de la componente tangencial de estas ondas.	Distancia relativa Magnitudes adimensionales
Calcular magnitudes adimensionales C1	
Calcular magnitudes adimensionales C2	
Calcular radios de agrietamiento	Radio de carga equivalente
Calcular radios de descostramiento	Radio de carga equivalente
Calcular radios de Trituración	Radio de carga equivalente
Calcular la línea menor de resistencia	Radio de agrietamiento Radio de descostramiento
Calcular el coeficiente de debilitamiento de la amplitud de las tensiones	
Calcular la línea de menor resistencia para el macizo monolítico.	Línea de menor resistencia Coeficiente debilitamiento

Calcular la distancia entre cargas en la fila.	Máxima amplitud componente tangencial Límite resistencia atracción dinámica
Calcular coeficiente que caracteriza la curvatura de crecimiento y caída de la amplitud de la tensión con el tiempo	Coeficiente caracteriza duración Duración crecimiento amplitud
Calcular tiempo en el momento de la llegada de las ondas al punto	Distancia relativa * Duración crecimiento amplitud
Calcular duración del crecimiento de la amplitudes de las tensiones hasta el máximo	Distancia relativa Radio carga equivalente Magnitudes dimensionales
Calcular coeficiente que caracteriza la duración de la fase positiva de la onda de tensión	Distancia relativa Duración crecimiento amplitud Magnitudes dimensionales
Calcular el radio de la carga esférica	Longitud relleno
Calcular el radio de la carga esférica equivalente	Radio de carga esférica
Calcular al longitud relativa del relleno	Coeficiente poisson Limite resistencia a atracción estática
Calcular la longitud de relleno	Radio carga esférica equivalente
Calcular la presión máxima	Coeficientes empíricos

Calcular la distancia relativa*	Valor inicial de la presión Máxima
	Presión en el frente de la onda de detonación
Calcular la longitud de sobreperforación	Coeficiente que caracteriza la curva de crecimiento
	Tiempo de llegada de la onda
	Duración del crecimiento de la amplitud
	Coeficiente que caracteriza la duración de la fase positiva de la onda
	Distancia relativa
	Magnitudes dimensionales
	Radio de carga equivalente

En el [Anexo 2](#) se muestran todas las tarjetas CRC realizadas en la fase de diseño.

2.8 Conclusiones

En este capítulo se abordó la fase de planificación y diseño donde se delinearon las HU con la participación del cliente, se llevó a efecto la planificación de iteraciones de cada HU a partir de la estimación del esfuerzo necesario de las mismas y además, las principales clases mediante el empleo de las tarjetas CRC, culminando así esta fase y se determina que el equipo de trabajo está listo para pasar a la siguiente etapa de desarrollo.

Capítulo 3 Desarrollo, Prueba y el estudio de factibilidad

Introducción

En este capítulo se inicia la fase de desarrollo y pruebas conforme a la metodología XP. Se presentan las tarjetas de tareas que permitirán trabajar con una metodología basada en objetos, se realiza el desarrollo de las iteraciones a partir del desglose de las HU en tareas. Se describen igualmente las pruebas realizadas, se indican las respuestas de la aplicación en el empleo de las diferentes funcionalidades. Además se hace el estudio de la factibilidad para este proyecto con uso de la metodología Costo Efectividad (Beneficio).

3.1 Desarrollo de las iteraciones.

Durante la fase planificación y diseño fueron detalladas las HU correspondientes a cada una de las iteraciones a desarrollar, teniendo en cuenta las prioridades y restricciones de tiempo, previstas por el cliente.

3.1.1 Tareas por Historias de usuario

Dentro del contenido de este plan, las HU se descomponen en tareas de programación o ingeniería, y a su vez, estas son asignadas al equipo de desarrollo para su implementación. Las tareas no tienen que ser entendidas necesariamente por el cliente, pues las mismas, sólo son utilizadas por los miembros del equipo de desarrollo, por lo que pueden ser escritas en lenguaje técnico. Las mismas se representan mediante las tarjetas de tareas.

Tabla 3.1.1 Distribución de tareas por cada historia de usuario.

Historias de usuarios	Tareas
21 Autenticar Usuario	✓ Autenticar usuario
22 Calcular el límite de resistencia a tracción estática.	✓ Calcular el límite de resistencia a tracción estática.

	<ul style="list-style-type: none">✓ Calcular el límite de resistencia a compresión dinámica ante cargas explosivas.✓ Calcular el límite de resistencia a tracción dinámica ante cargas explosivas.✓ Calcular el coeficiente de dinamicidad
23 Calcular el coeficiente de poisson.	✓ Calcular el coeficiente de poisson.
24 Calcular módulo y velocidad	<ul style="list-style-type: none">✓ Calcular módulo de elasticidad.✓ Calcular la velocidad de las ondas transversales en la roca.
25 Calcular el coeficiente de recálcu	<ul style="list-style-type: none">✓ Calcular el coeficiente de recálcu✓ Calcular la presión pseudo estática✓ Calcular el límite de resistencia a cortante dinámico
26 Calcular la velocidad de los productos de la explosión.	<ul style="list-style-type: none">✓ Calcular la presión en frente de la onda de detonación.✓ Calcular la velocidad de los productos de la explosión.✓ Calcular la presión media en el barreno.✓ Calcular el coeficiente de refracción acústica de las ondas.✓ Calcular el valor inicial de la presión en frente de las ondas

refractadas a la roca.

27 Calcular los coeficientes empíricos A y m.	✓ Calcular los coeficientes empíricos A y m.
28 Calcular la presión máxima.	✓ Calcular la presión máxima.
29 Calcular la densidad de la roca en el frente de la onda.	✓ Calcular la densidad de la roca en el frente de la onda. ✓ Calcular la velocidad de las partículas ✓ Calcular la velocidad en el frente de la onda refractada
30 Calcular la máxima amplitud de las tensiones en la componente radial de las ondas.	✓ Calcular la máxima amplitud de las tensiones en la componente radial de las ondas. ✓ Calcular la distancia relativa ✓ Calcular el radio de carga equivalente
31 Calcular las magnitudes adimensionales	✓ Calcular la máxima amplitud de la componente tangencial ✓ Calcular la máxima amplitud de las tensiones a cortante ✓ Calcular las magnitudes dimensionales
32 Calcular los radios relativos	✓ Calcular el radio de agrietamiento ✓ Calcular el radio de descostramiento ✓ Calcular el radio de trituración

33 Calcular la línea de menor resistencia	<ul style="list-style-type: none">✓ Calcular la línea de menor resistencia✓ Calcular la línea de menor resistencia para el macizo monolítico
34 Calcular la abertura de las grietas	<ul style="list-style-type: none">✓ Calcular el coeficiente de debilitamiento de la amplitud de las tensiones✓ Calcular la sumatoria de abertura de grietas✓ Calcular el coeficiente que depende del material que rellena las grietas
35 Calcular la distancia entre cargas en la fila	<ul style="list-style-type: none">✓ Calcular la distancia entre cargas en la fila✓ Calcular la distancia relativa natural✓ Calcular el macizo para un agrietamiento dado
36 Calcular el coeficiente que caracteriza la curva de crecimiento	<ul style="list-style-type: none">✓ Calcular el coeficiente que caracteriza la curvatura de crecimiento y caída de la amplitud de la tensión con el tiempo✓ Calcular el tiempo en el momento de la llegada de las ondas al punto✓ Calcular la duración del crecimiento de la amplitudes de las tensiones hasta el máximo✓ Calcular el coeficiente que

		caracteriza la duración de la fase positiva de la onda de tensión
37	Calcular las magnitudes dimensionales	✓ Calcular las magnitudes dimensionales a1, a2, b1, b2.
38	Calcular el valor suma mínimo	✓ Calcular el valor suma mínimo de la amplitud de los componentes tangenciales
39	Calcular la distancia relativa *	✓ Calcular la distancia relativa *
40	Calcular el radio de la carga esférica	41 Calcular el radio de la carga esférica
		42 Calcular el radio de la carga esférica equivalente
		43 Calcular la longitud relativa del relleno
		44 Calcular la longitud de relleno
45	Calcular la línea de menor resistencia por el piso	✓ Calcular la línea de menor resistencia por el piso
	✓ Calcular el radio de la carga esférica convencional equivalente	✓ Calcular el radio de la carga esférica convencional equivalente
		✓ Calcular el radio real de la carga esférica
		✓ Calcular la parte inferior de la carga
		✓ Calcular la parte superior de la carga
		✓ Calcular la longitud de sobreperforación

Tabla 3.1.1 Historias de usuario abordadas en la primera iteración.

Historias de usuarios	Tiempo de estimación (por semanas)	
	Estimación inicial	Real
Determinación del diámetro de perforación	3	3
Calcular los coeficientes empíricos A y m	3	3
Calcular la presión máxima en frente de la onda	3	3
Calcular distancia entre cargas en la fila	3	3
Determinar valor mínimo de las amplitudes	3	3
Autenticar usuario	2	2

En el [Anexo 3](#) se muestran las historias de usuarios abordadas en las siguientes iteraciones.

Tarjetas de tarea # 1 Calcular diámetro de perforación

Tarea Ingeniería: Calcular diámetro de perforación	
Número de tarea:1	Número de Historia:1
Nombre de tarea: Calcular diámetro de perforación	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 3
Fecha de inicio:1/01/2013	Fecha de fin:10/01/2013

Programador Responsable: Liliana Quintero Durán

Descripción: Esta tarea facilita calcular el diámetro de perforación una vez insertados los datos

En el [Anexo 4](#) se muestran todas las Tarjetas de tarea

3.2 Pruebas

En la Programación Extrema es esencial el desarrollo de las pruebas, permitiendo probar continuamente el código. El proceso constante de las pruebas permite la obtención de un producto con mayor calidad, y se ofrece a los programadores una mayor certeza en el trabajo que desempeñan. Con estas normas se obtiene un código simple y funcional de manera bastante rápida y eficiente. Por esto es importante pasar las pruebas al 100%.

3.2.1 Desarrollo dirigido por pruebas

El desarrollo dirigido por pruebas, se enfoca en la implementación orientada a pruebas. El código debe ser probado paso a paso para lograr un resultado, aunque no con lógica para el negocio, pero si funcional. Algunas personas confunden este término con las llamadas “pruebas de caja blanca” las cuáles se les practican a los métodos u operaciones para medir la funcionalidad del mismo, desde el punto de vista de validez del cliente. Sin embargo, el TDD se aplica antes de comenzar a implementar cada paso de la tarea en desarrollo, asumiendo que la prueba es insatisfactoria desde un inicio. Sólo una vez que se haya cumplido de la forma más sencilla posible la lógica del código a probar se asume como cumplida. Luego se realiza un proceso conocido como “refactorización” de código perteneciente a una de las doce prácticas planteadas por la metodología XP, el cual consiste en mantener el código en buen estado, modificándolo activamente para que conserve claridad y sencillez. Es esencia el TDD y las pruebas de caja blanca se enfocan en la lógica del negocio.

3.2.2 Pruebas de aceptación

Las pruebas de aceptación en XP, se pueden asociar con las pruebas de caja negra que se aplican en otras metodologías de desarrollo, sólo que se crean a partir de las historias de usuario y no por un listado de requerimientos. Durante las iteraciones, las HU se traducen a pruebas de aceptación. En ellas se especifican desde la perspectiva del cliente, los escenarios para probar que la HU ha sido implementada correctamente. La misma puede tener todas las pruebas de aceptación que necesite para asegurar su correcto funcionamiento. El objetivo que persiguen estas pruebas, es garantizar que las funcionalidades solicitadas por el cliente han sido realizadas. Una HU no se considera completa hasta que no ha transitado por sus pruebas de aceptación. Luego de ver los paradigmas anteriores empleados para la realización de las pruebas y reunirse con el cliente para su análisis, el mismo decidió que se lleve a cabo el proceso mediante las pruebas de aceptación.

La planilla utilizada para plasmar el contenido de las pruebas de aceptación se muestra a continuación.

Tabla 3.3.2 Planilla de prueba de aceptación

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 realice

Entrada / pasos de ejecución: pasos para probar la funcionalidad

Resultado: resultado que se desea de la prueba

Evaluación de la prueba: aceptada o denegada

Tabla 3.3.2 PA: Prueba para comprobar la autenticación de un usuario

Prueba de aceptación

HU: Autenticar usuario

Nombre: Prueba para comprobar la autenticación de un usuario

Descripción: El usuario se autentica para entrar al sistema

Condiciones de ejecución: Se necesita el usuario y la contraseña

Entrada / pasos de ejecución: el usuario intenta introducir usuario y contraseña

Resultado: Se emite un mensaje de error en caso de que no es correcta la contraseña sino el usuario estará entrando al sistema según el modo y sus privilegios.

Evaluación de la prueba: Aceptada

En el [Anexo 5](#) se muestran las pruebas de aceptación realizadas en la fase de pruebas

3.3 Efectos Económicos

3.3.1 Efectos directos

- ✓ **Positivos**
- ✓ Los diferentes usuarios que posean acceso a los cálculos lo tendrán en tiempo y forma, pudiendo tomar medidas en caso de que las requiera.
- ✓ Se aumenta la velocidad, la efectividad y mayor seguridad en la obtención de los cálculos.
- ✓ **Negativos**
- ✓ Para usar la aplicación es necesario la utilización de un ordenador, paralelo a los gastos de consumo de electricidad y mantenimiento que conlleva.

3.3.2 Efectos indirectos

Los efectos económicos observados que pudiera repercutir sobre otros mercados no son perceptibles.

3.3.3 Externalidades

Se contará con una herramienta que permitirá a los usuarios el cálculo de los patrones de voladuras de forma segura y rápida.

3.3.4 Intangibles

En la valoración económica siempre hay elementos perceptibles por una comunidad como perjuicio o beneficio, pero al momento de ponderar en unidades monetarias esto resulta difícil o prácticamente imposible. A fin de medir con precisión los efectos, deberán considerarse estas situaciones:

Beneficios:

- ✓ Mayor comodidad para los usuarios: porque este va a posibilitar al usuario insertar los datos y mejorar la rapidez en el cálculo de los patrones de voladuras.
- ✓ Mayor integración usuarios-artefactos: porque el usuario tendrá más integración con el sistema.
- ✓ Mejora en la calidad y visibilidad de la información: porque el usuario tendrá la obtención de los cálculos más rápidos y más efectivos

3.4 Ficha de Costo

Para determinar el costo económico del proyecto se utilizará el procedimiento para elaborar una Ficha de Costo de un Producto Informático. Para la elaboración de la ficha se consideran los siguientes elementos de costo, desglosados en moneda libremente convertible y moneda nacional.

Costos en Moneda Libremente Convertible

Costos Directos.

Sistema informático de diseño de patrones de voladuras en canteras de áridos

1. Compra de equipos de cómputo: No procede.
2. Alquiler de equipos de cómputo: No procede.
3. Compra de licencia de Software: No procede.
4. Depreciación de equipos: \$ 10.00.
5. Materiales directos: No procede.
6. Gasto por consumo de energía eléctrica: \$ 15.00.

Total: \$ 25,00 CUC

Costos Indirectos.

1. Formación del personal que elabora el proyecto: No procede.
2. Gastos en llamadas telefónicas: No procede.
3. Gastos para el mantenimiento del centro: No procede.
4. Know How: No procede.
5. Gastos en representación: No procede.

Total: \$0.00.

Gastos de distribución y venta.

1. Participación en ferias o exposiciones: No procede.
2. Gastos en transportación: No procede.
3. Compra de materiales de propagandas: No procede.

Total: \$0.00.

Costos en Moneda Nacional

Costos Directos.

Sistema informático de diseño de patrones de voladuras en canteras de áridos

1. Salario del personal que laborará en el proyecto: \$110.00.
2. El 5% del total de gastos por salarios se dedica a la seguridad social: No procede.
3. El 0.09% del salario total, por concepto de vacaciones a acumular:
No procede.
4. Gasto por consumo de energía eléctrica: No procede.
5. Gastos en llamadas telefónicas: No procede.
6. Gastos administrativos: No procede.

Costos Indirectos.

1. Know How: No procede.

Total: \$110 MN

Como se hizo referencia anteriormente, la técnica seleccionada para evaluar la factibilidad del proyecto es la Metodología Costo-Efectividad.

Dentro de esta metodología, la técnica de punto de equilibrio aplicable a proyectos donde los beneficios tangibles no son evidentes, el análisis se basa exclusivamente en los costos. Para esta técnica es imprescindible definir una variable discreta que haga variar los costos. Teniendo en cuenta que el costo para este proyecto es despreciable, tomaremos como costo el tiempo en minutos empleado para resolver la informatización de los patrones de voladuras y la variable sería la complejidad de las pruebas que se realizan durante este proceso.

3.5 Conclusiones

En este capítulo se llevó a cabo la fase de desarrollo y prueba donde se realiza el desarrollo de las iteraciones a partir de la distribución de tareas por HU, y se les practica las pruebas de aceptación a las funcionalidades de mayor importancia. además se realizó el estudio de factibilidad mediante La Metodología Costo Efectividad (Beneficio), donde se analizó los efectos económicos, los beneficios y costos

Sistema informático de diseño de patrones de voladuras en canteras de áridos

intangibles, además se calculó el costo de ejecución del proyecto mediante la ficha de costo arrojando como resultado \$ 25.00 CUC y \$ 110 MN demostrándose la factibilidad del proyecto

Conclusiones Generales

El sistema se desarrolla siguiendo la metodología XP, y se utilizaron representaciones para la modelación de todas las fases del proyecto. El sistema resultante está provisto de un ambiente cómodo, fácil de entender, que cumple los estándares de diseño y utiliza técnicas modernas de programación orientada a objetos, para esto se siguieron los siguientes pasos:

- ✓ Se obtuvo un sistema informático que permite la informatización del diseño de patrones de voladuras en canteras de áridos
- ✓ Se efectuó un estudio de las diferentes tecnologías y herramientas para la confección del sistema, haciendo una elección, de acuerdo a las especificaciones del cliente.
- ✓ Se efectuó un levantamiento de los requerimientos, los que propiciaron un mejor entendimiento de la problemática en cuestión, facilitando el análisis, diseño e implementación del sistema informático, el cual solucionó las dificultades antes expuestas.
- ✓ Se efectuó un estudio detallado de la factibilidad técnica, económica y operativa del software en cuestión, arrojando con este, resultados que muestran lo factible del proyecto.

Por todo lo anterior se concluye que los objetivos propuestos en el presente proyecto han sido cumplidos satisfactoriamente.

Recomendaciones

Aunque mucho se ha avanzado con el desarrollo de este trabajo, es necesario recomendar aspectos importantes para la informatización del diseño de patrones de voladuras en canteras de áridos. A partir de los resultados obtenidos de la presente investigación se recomienda con la necesidad de proponer:

- ✓ Continuar con el estudio para poder implementar otras de las metodologías de patrones de voladuras
- ✓ Utilizar el sistema propuesto como apoyo al departamento de Minería para el cálculo de los patrones de voladuras en el ISMMM.

Bibliografía

1. **Alexander, Antonio M. Pedro** *Metodología de diseño de patrones de voladuras en canteras de aridos*. Pof. Tit., Ing. José A. Otaño Noguel, DrC(tutor) Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. Minas, Instituto Superior Minero Metlúrgico de Moa. 2006. P 129
2. **Beck, Kent. 1999.** *Extreme Programming Explained*. 1999..
3. **Steve-Fiscor.** <http://www.equipo-minero.com>. <http://www.equipo-minero.com>. [En línea] 2005. [Citado el: 16 de 04 de 2013.]
4. **Alvares Blanco, Dr Alvares .** *Matemática Numérica*. s.l. : Volúmen 1, 2004.
5. **Legrá Lobaina, Arístides Alejandro.** *Conceptos y Reflexiones*. 2008.
6. **Ritchie, Dennis M.** *The Developmen of the java language*. 1993.
7. **Seidu B.Amadu, Joe-Boy.** *Metodología para el diseño de patrones de voladuras en canteras de áridos con cargas desacopladas con espacio anular con aire*. Minas, ISMMM. 2006. Tesis Doctoral.
8. **Taringa** <http://www.taringa.net/posts/downloads/5084555/110-programas-gratuitos-en-un-solo-link.html>. [En línea] 15 de enero de 2013. [Citado el: 15 de enero de 2013.]
9. **Pasadas, Miguel** *Historical Development of the Newton Raphson metod* . Universidad de Granada. 1995. pp. 531-551.
10. **C.T., Kelley.** *Fundamentals of Algorithms*. 2003.
11. **Flannery, B.P.** *Numerical Recipes : The Art of Scientific Computing*. Cambridge University Press. 2007.
12. **Ortega, J.M.** *Classic in Applied Mathematics*. 2000.
13. **Press, W.H.** *Numerical Recipes in C : The Art of Scientific Computing* . Cambridge University Press : s.n., 1992.
14. **Alvarez Cárdenas , Sofía.** *Metodología para el desarrollo de aplicaciones utilizando notación UML y extensiones para Web y servicios Web*. 1997.
15. **Jeffriey, Ron.** *Extemme Programming Installed*. 2000.
16. **Davisco, Maximiliano.** *Automatización de la perforación en la construcción de túneles*. 2012.

17. **L Burden , Richard** . *Numerical Analysis*. 7th. 2000.

Glosario de términos

Applets: Las applet Java son programas incrustados en otras aplicaciones, normalmente una página Web que se muestra en un navegador.

(Java Virtual Machine (JVM): Máquina Virtual de Java

Java API: lenguaje básico + librería estándar de clases

Plug-in ("enchufable"): Un complemento es una aplicación que se relaciona con otra para aportarle una función nueva y generalmente muy específica. Esta aplicación adicional es ejecutada por la aplicación principal e interactúan por medio de la API.

APL: Interfaz de programación de **aplicaciones** (*Application Programming Interface*) es el conjunto de funciones y procedimientos (o métodos, en la programación orientada a objetos) que ofrece cierta biblioteca para ser utilizado por otro software como una capa de abstracción. Son usadas generalmente en las bibliotecas (también denominadas comúnmente "librerías").

JUnit: es un conjunto de bibliotecas que son utilizadas en programación para hacer pruebas unitarias de aplicaciones Java.

PHPUnit: es un entorno para realizar pruebas unitarias en el lenguaje de programación PHP. Es un framework de la familia xUnit originada con SUnit.

Smalltalk: es un lenguaje de programación que permite realizar tareas de computación mediante la interacción con un entorno de objetos virtuales.

Anexos

Anexo 1

Tabla 2.3.1 HU No 2 Determinación del diámetro de perforación

Historia de usuario

Número: 2

Usuario: mineros

Nombre historia: Determinación del diámetro de perforación

Prioridad en negocio: Alta

Riesgo en Desarrollo: Media

Puntos estimados: 3

Iteración Asignada: 1

Programador responsable: Liliana Quintero Durán

Descripción: La historia de usuario permite el cálculo del diámetro de perforación. Para calcularlo se inserta la producción anual y la fortaleza de la roca luego se selecciona la acción calcular

El sistema debe permitir calcular el diámetro de perforación.

Observaciones:

Si la producción anual no tiene ninguno de estos valores se muestra un mensaje "Por favor verifique los datos"

Tabla 2.3.1 HU No 3 Calcular límite de resistencia a tracción estática

Historia de usuario

Número: 3

Usuario: mineros

Nombre historia: Calcular límite de resistencia a tracción estática

Prioridad en negocio: Baja

Riesgo en Desarrollo: Baja

Puntos estimados: 2

Iteración Asignada: 3

Programador responsable: Liliana Quintero Durán

Descripción: La historia de usuario permite el cálculo del límite de resistencia a tracción estática, el límite de resistencia a compresión y atracción dinámica ante cargas explosivas y el coeficiente de dinamicidad. Para calcular el límite de resistencia a tracción estática se inserta el momento de flector de rotura, coeficiente de flexión, el ancho y la altura de la muestra luego se selecciona la acción calcular límite de resistencia a tracción estática

Para calcular el límite de resistencia a compresión dinámica ante cargas explosivas se inserta el límite de resistencia a compresión estática que se determina partir de la impedancia acústica de las rocas luego se selecciona la acción calcular límite de resistencia a compresión dinámica.

Para calcular el límite de resistencia a atracción dinámica se determina al igual que el caso anterior, por el límite de resistencia a tracción estática y el coeficiente de dinamicidad, luego se selecciona la acción calcular límite de resistencia a tracción dinámica.

El sistema debe permitir calcular el límite de resistencia a tracción estática, el límite de resistencia a compresión y atracción dinámica y su coeficiente de dinamicidad correspondiente.

Observaciones:

Los valores de coeficiente de flexión, el ancho y la altura de la muestra deben ser distintos de 0.

Para calcular los límites de compresión y de atracción debe calcular antes el coeficiente de dinamicidad correspondiente a cada uno.

Tabla 2.3.1 HU No 4 Calcular coeficiente de poisson

Historia de usuario

Número: 4 **Usuario:** mineros

Nombre historia: Calcular coeficiente de poisson

Prioridad en negocio: Baja **Riesgo en Desarrollo:** Media

Puntos estimados: 2 **Iteración Asignada:** 3

Programador responsable: Liliana Quintero Durán

Descripción: La historia de usuario permite el cálculo del coeficiente de poisson. Para calcularlo se inserta las velocidades de las ondas elásticas longitudinales en varilla y en muestras volumétricas luego se selecciona la acción calcular

El sistema debe permitir calcular el coeficiente de poisson

Observaciones: Los valores que se insertan tienen que ser distintos de 0.

Tabla 2.3.1 HU No 5 Calcular módulo y velocidad

Historia de usuario

Número: 5 **Usuario:** mineros

Nombre historia: Calcular módulo y velocidad

Prioridad en negocio: Baja **Riesgo en Desarrollo:** Baja

Puntos estimados: 1 **Iteración Asignada:** 3

Programador responsable: Liliana Quintero Durán

Descripción: La historia de usuario permite el cálculo del módulo de elasticidad y de la velocidad de las ondas transversales. Para calcular el módulo de elasticidad se inserta la velocidad de las ondas longitudinales en la varilla y la densidad de la roca luego se selecciona la acción calcular módulo de elasticidad.

Para calcular la velocidad de las ondas se inserta el módulo de elasticidad, el coeficiente de poisson calculados y la masa volumétrica de las rocas luego se selecciona la acción calcular velocidad de las ondas.

El sistema debe permitir calcular el modulo e elasticidad y la velocidad de las ondas elásticas transversales

Observaciones:

El valor de la aceleración de la gravedad, de la masa volumétrica y del coeficiente de poisson debe ser distinto de 0.

Tabla 2.3.1 HU No 6 Calcular coeficiente de recálculo

Historia de usuario

Número: 6

Usuario: mineros

Nombre historia: Calcular coeficiente de recálculo

Prioridad en negocio: Media

Riesgo en Desarrollo: Media

Puntos estimados: 3

Iteración Asignada: 2

Programador responsable: Liliana Quintero Durán

Descripción: La historia de usuario permite el cálculo del coeficiente de recálculo, la presión pseudo estática y el límite de resistencia a cortante dinámico. Para calcular el coeficiente de recálculo se inserta la densidad y la velocidad de detonación luego se selecciona la acción calcular coeficiente de recálculo.

Para calcular la presión seudo estática se inserta el coeficiente de recálculo previamente calculado, la densidad de la roca y la velocidad de las ondas transversales luego se selecciona la acción calcular presión seudo estática.

Para calcular el límite de resistencia cortante dinámica se inserta el límite de resistencia a cortante de las rocas a presión atmosférica, el límite de resistencia a cortante de las rocas a presión hidrostática, el coeficiente de fricción interna y la presión seudo estática previamente calculada, luego se selecciona la acción calcular límite de resistencia a cortante dinámico.

El sistema debe permitir calcular el coeficiente de recálculo, la presión seudo estática y el límite de resistencia a cortante dinámico.

Observaciones: Los valores que se insertan deben ser distintos de 0.

Tabla 2.3.1 HU No 7 Calcular velocidad de los productos de la explosión

Historia de usuario

Número: 7

Usuario: mineros

Nombre historia: Calcular velocidad de los productos de la explosión

Prioridad en negocio: Media

Riesgo en Desarrollo: Media

Puntos estimados: 2

Iteración Asignada: 2

Programador responsable: Liliana Quintero Durán

Descripción: La historia de usuario permite el cálculo de la presión en frente de la onda, la velocidad de los productos de la explosión, el coeficiente de refracción acústica, la presión media en el barreno y el valor inicial de la presión en el frente de las ondas. Para calcular la presión en frente de la onda se inserta la densidad de la sustancia explosiva, la velocidad de detonación y el índice de la adiabática

luego se selecciona la acción calcular presión en frente de la onda.

Para calcular la velocidad de los productos de la explosión, se inserta la velocidad de detonación y el índice de la adiabática luego se selecciona la acción calcular la velocidad de los productos de la explosión,

Para calcular el coeficiente de refracción acústica se inserta la densidad de la roca, la velocidad de las ondas longitudinales, la densidad de la SE y la velocidad de detonación luego se selecciona la acción calcular el coeficiente de refracción acústica.

Para calcular la presión media en el barreno se inserta el volumen de la SE en el barrenos y el volumen en el barreno correspondiente a la carga luego se selecciona la acción calcular presión media en el barreno.

Para calcular el valor inicial de la presión en el frente de las ondas se inserta el coeficiente de refracción acústica previamente calculado y la masa volumétrica luego se selecciona la acción calcular valor inicial de la presión.

El sistema debe permitir calcular la presión en frente de la onda, la velocidad de los productos de la explosión, el coeficiente de refracción acústica, la presión media en el barreno y el valor inicial de la presión en el frente de las ondas.

Observaciones: Los valores que se insertan deben ser distintos de 0.

Tabla 2.3.1 HU No 8 Calcular los coeficientes empíricos A y m.

Historia de usuario

Número: 8

Usuario: mineros

Nombre historia: Calcular los coeficientes empíricos A y m.

Prioridad en negocio: Alta

Riesgo en Desarrollo: Alta

Puntos estimados: 3

Iteración Asignada: 1

Programador responsable: Liliana Quintero Durán

Descripción: La historia de usuario debe permitir calcular los coeficientes empíricos A y m.

Para calcular los coeficientes empíricos A y m se inserta el valor inicial de la presión previamente calculado, la densidad de la roca y la velocidad de ondas longitudinales luego se selecciona la acción calcular coeficientes A y m.

El sistema debe permitir calcular los coeficientes A y m.

Observaciones:

Los valores tienen que estar entre 0.1 y 35

Tabla 2.3.1 HU No 9 Calcular la presión máxima

Historia de usuario

Número: 9

Usuario: mineros

Nombre historia: Calcular la presión máxima en frente de la onda

Prioridad en negocio: Alta

Riesgo en Desarrollo: Alta

Puntos estimados: 3

Iteración Asignada: 1

Programador responsable: Liliana Quintero Durán

Descripción: La historia de usuario permite el cálculo la presión máxima en frente de la onda

Para calcular la presión máxima en frente de la onda se inserta el valor inicial de la presión y los coeficientes empíricos previamente calculados, la densidad

de la roca, la velocidad de ondas longitudinales, la densidad de la SE, la velocidad de detonación, el índice de la adiabática y la masa volumétrica luego se selecciona la opción calcular

El sistema debe permitir calcular la presión máxima.

Observaciones: Los valores deben ser reales.

Tabla 2.3.1 HU No 10 Calcular la densidad de la roca en el frente de la onda

Historia de usuario

Número: 10

Usuario: mineros

Nombre historia: Calcular la densidad de la roca en el frente de la onda

Prioridad en negocio: Media

Riesgo en Desarrollo: Baja

Puntos estimados: 2

Iteración Asignada: 2

Programador responsable: Liliana Quintero Durán

Descripción: La historia de usuario permite el cálculo de la densidad de la roca en el frente de la onda, la velocidad de las partículas y la velocidad en frente de la onda refractada.

Para calcular la densidad de la roca en frente de la onda se inserta la densidad de la roca, velocidad de la ondas longitudinales y presión máxima junto con el coeficiente empírico A previamente calculado luego se selecciona la opción calcular la densidad de la roca en el frente de la onda.

Para calcular la velocidad de las partículas se inserta la densidad de la roca en frente de la roca, la presión máxima previamente calculada y la densidad de la roca luego se selecciona la acción calcular velocidad de las partículas.

Para calcular la velocidad en frente de la onda refractada se inserta la densidad de la roca en frente de la roca, la presión máxima previamente calculada y la densidad de la roca luego se selecciona la acción calcular velocidad en frente de la onda refractada.

El sistema debe permitir calcular la densidad de la roca en el frente de la onda, la velocidad de las partículas y la velocidad en frente de la onda refractada.

Observaciones: Los valores que se insertan deben ser distintos de 0.

Tabla 2.3.1 HU No 11 Calcular la máxima Amplitud de las tensiones

Historia de usuario

Número: 11

Usuario: mineros

Nombre historia: Calcular la máxima Amplitud de las tensiones

Prioridad en negocio: Media

Riesgo en Desarrollo: Media

Puntos estimados: 2

Iteración Asignada: 2

Programador responsable: Liliana Quintero Durán

Descripción: La historia de usuario permite el cálculo de la máxima amplitud de las tensiones en la componente radial, la distancia relativa del punto considerado del macizo y la el radio de carga equivalente.

Para calcular la máxima amplitud de las tensiones en la componente radial se inserta la presión máxima y la distancia relativa del punto del macizo luego se selecciona la acción calcular máxima amplitud.

Para calcular la distancia relativa del punto considerado del macizo se inserta la distancia del punto considerado del macizo y el radio de carga equivalente luego se selecciona la acción calcular la distancia relativa del punto

considerado del macizo.

Para calcular el radio de carga equivalente se inserta el radio de la carga de SE, la densidad de la SE y patrón equivalente, el calor de la explosión de la SE y patrón equivalente y landa para cargas cilíndricas luego se selecciona la acción calcular radio de carga equivalente.

El sistema debe calcular la máxima amplitud de las tensiones en la componente radial, la distancia relativa del punto considerado del macizo y el radio de carga equivalente.

Observaciones: Los valores de landa y los patrones equivalentes son estos:

$$\lambda = \frac{1}{2}$$

$$P_p = 1500 \text{ Kg}$$

$$Q_p = 5950 \text{ KJ/Kg}$$

Tabla 2.3.1 HU No 12 Calcular Magnitudes adimensionales

Historia de usuario

Número: 12

Usuario: mineros

Nombre historia: Calcular Magnitudes adimensionales

Prioridad en negocio: Baja

Riesgo en Desarrollo: Baja

Puntos estimados: 1

Iteración Asignada: 3

Programador responsable: Liliana Quintero Durán

Descripción: La historia de usuario permite el cálculo de la máxima amplitud de la componente tangencial, la máxima amplitud de las tensiones a cortante y las magnitudes adimensionales.

Para calcular la máxima amplitud de la componente tangencial se inserta las magnitudes adimensionales, la distancia relativa y la máxima amplitud de las tensiones en la componente radial luego se selecciona la acción calcular.

Para calcular la máxima amplitud de las tensiones a cortante se inserta la máxima amplitud de la componente tangencial y la máxima amplitud de la componente tangencial luego se selecciona la acción calcular.

Para calcular las magnitudes adimensionales se inserta la densidad y la velocidad de ondas longitudinales luego se selecciona la acción calcular.

El sistema debe ser capaz de calcular la máxima amplitud de la componente tangencial, la máxima amplitud de las tensiones a cortante y las magnitudes adimensionales.

Observaciones: Los valores que se insertan deben ser distintos de 0.

Tabla 2.3.1 HU No 13 Calcular los radios relativos

Historia de usuario

Número: 13

Usuario: mineros

Nombre historia: Calcular los radios relativos

Prioridad en negocio: Media

Riesgo en Desarrollo: Baja

Puntos estimados: 2

Iteración Asignada: 2

Programador responsable: Liliana Quintero Durán

Descripción: La historia de usuario permite el cálculo de los radios relativos de agrietamiento, descostramiento y de trituración.

Para calcular los radios relativos se inserta el radio de agrietamiento, el de descostramiento y el de trituración así como el radio de carga equivalente luego

se selecciona la acción calcular.

El sistema debe permitir calcular los radios relativos de agrietamiento, descostramiento y de trituración.

Observaciones: Los valores que se insertan deben ser distintos de 0.

Tabla 2.3.1 HU No 14 Calcular línea de menor resistencia

Historia de usuario

Número: 14

Usuario: mineros

Nombre historia: Calcular línea de menor resistencia

Prioridad en negocio: Baja

Riesgo en Desarrollo: Baja

Puntos estimados: 2

Iteración Asignada: 3

Programador responsable: Liliana Quintero Durán

Descripción: La historia de usuario permite el cálculo de la línea de menor resistencia y para un macizo monolítico.

Para el cálculo de la línea de menor resistencia se inserta los radios de agrietamiento y descostramiento luego se selecciona la acción calcular.

Para el cálculo de la línea de menor resistencia para un macizo monolítico se inserta el coeficiente de debilitamiento la línea de menor resistencia para el macizo con un agrietamiento dado luego se selecciona la acción calcular.

El sistema debe calcular la línea de menor resistencia y la línea de menor resistencia para un macizo monolítico.

Observaciones: Los valores que se insertan deben ser distintos de 0.

Tabla 2.3.1 HU No 15 Calcular abertura de las grietas

Historia de usuario

Número: 15

Usuario: mineros

Nombre historia: Calcular abertura de las grietas

Prioridad en negocio: Muy Baja

Riesgo en Desarrollo: Alta

Puntos estimados: 2

Iteración Asignada: 4

Programador responsable: Liliana Quintero Durán

Descripción: La historia de usuario permite calcular el coeficiente de debilitamiento de la amplitud de las tensiones, la sumatoria de abertura de las grietas y el coeficiente que depende del material que rellena las grietas.

Para el cálculo del coeficiente de debilitamiento se inserta la resistencia acústica de las rocas, el material de rellenos de las grietas y el valor suma de las grietas luego se selecciona la acción calcular.

Para el cálculo de la sumatoria de las grietas se inserta la sumatoria de la abertura de cada grieta y el radio de carga equivalente luego se selecciona la acción calcular.

Para calcular el coeficiente de que depende del material que rellena las grietas se inserta la densidad de la roca, la velocidad de las ondas longitudinales , la densidad y velocidad de las ondas y luego se selecciona la acción calcular.

El sistema debe calcular el coeficiente de debilitamiento de la amplitud de las tensiones, la sumatoria de abertura de las grietas y el coeficiente que depende del material que rellena las grietas.

Observaciones: Los valores que se insertan deben ser distintos de 0.

Tabla 2.3.1 HU No 16 Calcular distancia entre cargas en la fila

Historia de usuario

Número: 16

Usuario: mineros

Nombre historia: Calcular distancia entre cargas en la fila

Prioridad en negocio: Alta

Riesgo en Desarrollo: Media

Puntos estimados: 3

Iteración Asignada: 1

Programador responsable: Liliana Quintero Durán

Descripción: La historia de usuario permite el cálculo de la distancia entre cargas en la fila, la distancia relativa a^* y la distancia relativa natural.

Para el cálculo de la distancia entre cargas en la fila se inserta el límite de resistencia a atracción dinámica de la roca y el valor suma de la amplitud de las componentes tangenciales luego se selecciona la acción calcular.

Para el cálculo de la distancia relativa a^* se inserta las magnitudes adimensionales, la distancia entre cargas en la fila, la distancia relativa natural y la distancia natural luego se selecciona la acción calcular.

Para calcular la distancia relativa natural se inserta la distancia natural y el radio de carga equivalente luego se selecciona la acción calcular.

El sistema debe calcular la distancia entre cargas en la fila, la distancia r^* y la distancia relativa natural.

Observaciones: Los valores que se insertan deben ser distintos de 0.

Tabla 2.3.1 HU No 17 Calcular coeficiente que caracteriza la curvatura de crecimiento

Historia de usuario

Número: 17

Usuario: mineros

Nombre historia: Calcular coeficiente que caracteriza la curvatura de crecimiento

Prioridad en negocio: Muy Baja

Riesgo en Desarrollo: Media

Puntos estimados: 2

Iteración Asignada: 4

Programador responsable: Liliana Quintero Durán

Descripción: La historia de usuario permite el calcular el coeficiente que caracteriza la curvatura de crecimiento y caída de la amplitud de la tensión con el tiempo, el tiempo en el momento de la llegada de las ondas al punto, la duración del crecimiento de la amplitudes de las tensiones hasta el máximo, el coeficiente que caracteriza la duración de la fase positiva de la onda de tensión

Para calcular el coeficiente que caracteriza la curvatura de crecimiento y caída de la amplitud de la tensión con el tiempo se inserta coeficiente que caracteriza la duración de la fase positiva de la onda de tensión, el tiempo en el momento de la llegada de las ondas al punto y la duración del crecimiento de la amplitudes de las tensiones hasta el máximo luego se selecciona la acción calcular.

Para calcular el tiempo en el momento de la llegada de las ondas al punto se inserta la distancia entre cargas en la fila, el coeficiente que caracteriza la curvatura de crecimiento y caída de la amplitud de la tensión con el tiempo y la velocidad de las ondas longitudinales luego se selecciona la acción calcular

Para calcular la duración del crecimiento de las amplitudes de las tensiones hasta el máximo se inserta las magnitudes dimensionales, la distancia relativa y el radio de carga equivalente luego se selecciona la acción calcular.

Para calcular el coeficiente que caracteriza la duración de la fase positiva de la

onda de tensión se inserta las magnitudes dimensionales, la distancia relativa y el radio de carga equivalente luego se selecciona la acción calcular.

El sistema debe calcular el coeficiente que caracteriza la curvatura de crecimiento y caída de la amplitud de la tensión con el tiempo, el tiempo en el momento de la llegada de las ondas al punto, la duración del crecimiento de la amplitudes de las tensiones hasta el máximo, el coeficiente que caracteriza la duración de la fase positiva de la onda de tensión.

Observaciones: Los valores que se insertan deben ser distintos de 0.

Tabla 2.3.1 HU No 18 Calcular magnitudes dimensionales

Historia de usuario

Número: 18

Usuario: mineros

Nombre historia: Calcular magnitudes dimensionales

Prioridad en negocio: Muy Baja

Riesgo en Desarrollo: Baja

Puntos estimados: 1

Iteración Asignada: 4

Programador responsable: Liliana Quintero Durán

Descripción: La historia de usuario permite el cálculo de las magnitudes dimensionales a_1 , b_1 , a_2 , b_2 .

Para el cálculo de las magnitudes dimensionales a_1 , b_1 , a_2 , b_2 se inserta la densidad de la roca y la velocidad de las ondas longitudinales correspondientes a cada una luego se selecciona la acción calcular.

El sistema debe calcular las magnitudes dimensionales a_1 , b_1 , a_2 , b_2 .

Observaciones: Los valores que se insertan deben ser distintos de 0.

Tabla 2.3.1 HU No 19 Determinar valor suma mínimo de las amplitudes

Historia de usuario

Número: 19

Usuario: mineros

Nombre historia: Determinar valor suma mínimo de las amplitudes

Prioridad en negocio: Alta

Riesgo en Desarrollo: Alta

Puntos estimados: 3

Iteración Asignada: 1

Programador responsable: Liliana Quintero Durán

Descripción: La historia de usuario permite el cálculo del valor suma mínimo de la amplitud.

Para el cálculo se inserta la distancia natural, la distancia relativa a^* , el límite de resistencia a atracción dinámica y la máxima amplitud de la componente tangencial luego se selecciona la acción calcular

El sistema debe calcular el valor suma mínimo de la amplitud

Observaciones: Los valores que se insertan deben ser distintos de 0.

Tabla 2.3.1 HU No 20. Calcular para el macizo con un agrietamiento dado

Historia de usuario

Número: 20

Usuario: mineros

Nombre historia: Calcular para el macizo con un agrietamiento dado

Prioridad en negocio: Muy Baja

Riesgo en Desarrollo: Media

Puntos estimados: 2

Iteración Asignada: 4

Programador responsable: Liliana Quintero Durán

Descripción: La historia de usuario permite el cálculo para el macizo con un agrietamiento dado

Para el cálculo se inserta la amax y el coeficiente de debilitamiento previamente calculado y luego se selecciona la acción calcular

El sistema debe calcular para el macizo con un agrietamiento dado

Observaciones: Los valores que se insertan deben ser distintos de 0.

Tabla 2.3.1 HU No 21 Calcular el radio de la carga esférica

Historia de usuario

Número: 21

Usuario: mineros

Nombre historia: Calcular el radio de la carga esférica

Prioridad en negocio: Muy Baja

Riesgo en Desarrollo: Baja

Puntos estimados: 1

Iteración Asignada: 4

Programador responsable: Liliana Quintero Durán

Descripción: La historia de usuario permite el calcular el radio de la carga esférica, el radio de la carga esférica equivalente, la longitud relativa del relleno y la longitud del relleno

Para el cálculo del radio de la carga esférica se inserta el diámetro del cilindro longitud superior de la carga luego se selecciona la acción calcular

Para el cálculo del radio de la carga esférica equivalente se inserta el radio de la carga esférica previamente calculado, la densidad de la SE, el calor de la explosión de la SE luego se selecciona la acción calcular.

Para el cálculo de la longitud relativa del relleno se inserta el coeficiente de poisson, la densidad de la roca, la velocidad de las ondas transversales y el límite de resistencia a atracción dinámica ante cargas explosivas luego se selecciona la acción calcular.

Para el cálculo de la longitud del relleno se inserta el radio de la carga esférica equivalente luego se selecciona la acción calcular.

El sistema debe calcular el radio de la carga esférica, el radio de la carga esférica equivalente, la longitud relativa del relleno y la longitud del relleno

Observaciones: Los valores que se insertan deben ser distintos de 0.

Tabla 2.3.1 HU No 22 Calcular la línea de menor resistencia por el piso

Historia de usuario

Número: 22

Usuario: mineros

Nombre historia: Calcular la línea de menor resistencia por el piso

Prioridad en negocio: Media

Riesgo en Desarrollo: Baja

Puntos estimados: 2

Iteración Asignada: 2

Programador responsable: Liliana Quintero Durán

Descripción: La historia de usuario permite el cálculo de la línea de menor resistencia por el piso

Para el cálculo de la línea de menor resistencia por el piso se inserta el coeficiente de poisson de la roca, el límite de resistencia a atracción dinámica ante cargas explosivas, el ángulo de inclinación, la densidad de la roca y la velocidad de las ondas longitudinales luego se selecciona la acción calcular

El sistema debe calcular la línea de menor resistencia por el piso

Observaciones: Los valores que se insertan deben ser distintos de 0.

Tabla 2.3.1 HU No 23 Calcular la línea de menor resistencia por el piso

Historia de usuario

Número: 23

Usuario: mineros

Nombre historia: Calcular el radio de la carga esférica convencional equivalente

Prioridad en negocio: Baja

Riesgo en Desarrollo: Media

Puntos estimados: 1

Iteración Asignada: 3

Programador responsable: Liliana Quintero Durán

Descripción: La historia de usuario permite el calcular el radio de la carga esférica convencional equivalente, el radio real de la carga esférica, la parte inferior y superior de la carga.

Para el cálculo del radio de la carga esférica convencional equivalente se inserta la línea de menor resistencia por el piso y la línea de menor resistencia relativa por el piso previamente calculado, luego se selecciona la acción calcular.

Para el cálculo del radio real de la carga esférica se inserta el radio de la carga esférica equivalente y la densidad de la roca luego se selecciona la opción calcular.

Para calcular la parte inferior de la carga se inserta la longitud de sobreperforación, luego se selecciona la acción calcular.

El sistema debe calcular el radio de la carga esférica convencional equivalente, el radio real de la carga esférica, la parte inferior y superior de la carga.

Observaciones: Los valores que se insertan deben ser distintos de 0.

Anexo 2

Tabla 2.6 Tarjeta CRC No 2 AutenticarU

Nombre de la Clase: AutenticarU

Tipo de clase: Lógica de interfaz

Responsabilidades

Colaboradores

Insertar usuario

usuario

Insertar contraseña

contraseña

Tabla 2.6 Tarjeta CRC No 3 Principal

Nombre de la Clase: Principal

Tipo de clase: Lógica interfaz

Responsabilidades

Colaboradores

Calcular Diámetro perforación

Calcular límite de resistencia a tracción
estática

Calcular coeficiente de Poisson.

Velocidad Ondas longitudinales

Calcular módulo de elasticidad

Velocidad Ondas longitudinales

Calcular velocidad ondas transversales

Poisson

Módulo Elasticidad

Calcular límite de resistencia a
comprensión dinámica ante cargas

Coefficiente Dinamicidad

explosivas

Calcular coeficiente de dinamicidad. Límite Resistencia Compresión
Estática

Calcular límite de resistencia a atracción Coeficiente Dinamicidad
dinámica ante cargas explosivas

Calcular limite Resistencia Cortante Presión Seudo Estática
Dinámico

Calcular presión seudo estática Coeficiente Recálculo

Calcular coeficiente recálculo

Calcular la presión en frente de la onda
de la detonación de la sustancia
explosiva

Calcular la velocidad de los productos de
la explosión.

Calcular el coeficiente de refracción
acústica de las ondas

Calcular el valor inicial de la presión en el Coeficiente Refracción Acústica
frente de las ondas refractadas en la Ondas
roca.

Calcular coeficientes empíricos A y m Presión máxima

Calcular la presión máxima en frente de Coeficientes empíricos
las ondas refractadas en la pared del Velocidad de los productos de la
barreno. explosión

Presión en el frente de la onda de

detonación

Calcular la densidad de la roca en el frente de la onda

Calcular la velocidad de las partículas

Calcular la velocidad del frente de la onda refractada

Calcular presión media en el barreno

Calcular la máxima amplitud de las tensiones en el componente radial de las ondas al difundirse por el macizo alrededor de la carga.

Presión máxima

Distancia relativa

Calcular distancia relativa del punto considerado del macizo al centro de la carga.

Radio carga equivalente

Calcular máxima amplitud de las tensiones a cortante

Calcular distancia del punto considerado del macizo al centro de la carga.

Calcular radio de carga equivalente.

Calcular la máxima amplitud de la componente tangencial de estas ondas.

Distancia Relativa

Magnitudes Adimensionales

Calcular magnitudes adimensionales C1

Calcular magnitudes adimensionales C2

Calcular radios de agrietamiento	Radio carga equivalente
Calcular radios de descostramiento	Radio carga equivalente
Calcular radios de Trituración	Radio carga equivalente
Calcular la línea menor de resistencia	Radio agrietamiento Radio descostramiento
Calcular el coeficiente de debilitamiento de la amplitud de las tensiones	
Calcular la línea de menor resistencia para el macizo monolítico.	Línea menor Resistencia Coeficiente debilitamiento
Calcular la distancia entre cargas en la fila.	Máxima Amplitud componente Tangencial Límite resistencia Atracción dinámica
Calcular coeficiente que caracteriza la curvatura de crecimiento y caída de la amplitud de la tensión con el tiempo	Coeficiente caracteriza duración Duración crecimiento amplitud
Calcular tiempo en el momento de la llegada de las ondas al punto	Distancia relativa * Duración crecimiento amplitud
Calcular duración del crecimiento de la amplitudes de las tensiones hasta el máximo	Distancia relativa Radio carga equivalente Magnitudes dimensionales
Calcular coeficiente que caracteriza la duración de la fase positiva de la onda de	Distancia relativa

tensión	Duración crecimiento amplitud
	Magnitudes dimensionales
Calcular el radio de la carga esférica	Longitud relleno
Calcular el radio de la carga esférica equivalente	Radio carga esférica
Calcular al longitud relativa del relleno	poisson
	Limite resistencia Atracción estática
Calcular la longitud de relleno	Radio carga esférica equivalente
Calcular la longitud de sobreperforación	
Calcular distancia relativa	Magnitudesadimensionales
	Distanciarelativa
	Coeficientecaracterizacurva
	Tiempomomentollegada
	Duracioncrecimientoamplitud
	Coeficientecaracterizaduración

Anexo 3

Tabla 3.2.1 Historias de usuarios abordadas en la segunda iteración.

Historias de usuarios	Tiempo de estimación (por semanas)	
	Estimación inicial	Real
Calcular coeficiente de recálculo	3	3

Calcular velocidad de los productos de la explosión	2	2
Calcular la densidad de la roca en el frente de la onda	2	2
Calcular la máxima amplitud de las tensiones	2	2
Calcular los radios relativos	2	2
Calcular la línea de menor resistencia	2	2

Tabla 3.2.1 Historias de usuario abordadas en la tercera iteración.

Historias de usuarios	Tiempo de estimación (por semanas)	
	Estimación inicial	Real
Calcular límite de resistencia a atracción estática	2	2
Calcular coeficiente de poisson	2	2
Calcular módulo y velocidad	1	1
Calcular magnitudes adimensionales	1	1
Calcular líneas de menor resistencia	2	2
Calcular el radio de la carga esférica convencional equivalente	1	1

Tabla 3.2.1 Historias de usuario abordadas en la cuarta iteración.

Historias de usuarios	Tiempo de estimación (por semanas)	
-----------------------	------------------------------------	--

	Estimación inicial	Real
Calcular abertura de las grietas	2	2
Calcular coeficiente que caracteriza la curva de crecimiento	2	2
Calcular magnitudes dimensionales	1	1
Calcular para el macizo con un agrietamiento dado	2	2
Calcular el radio de la carga esférica	1	1

Anexo 4

Tarjetas de tarea # 2 Calcular límite de resistencia a atracción estática

Tarea Ingeniería: Calcular límite de resistencia a atracción estática	
Número de tarea:2	Número de Historia:2
Nombre de tarea: Calcular límite de resistencia a atracción estática	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 0.5
Fecha de inicio:1/01/2013	Fecha de fin:10/01/2013
Programador Responsable: Liliana Quintero Durán	
Descripción: Esta tarea facilita calcular el límite de resistencia a atracción estática una vez insertados los datos.	

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea # 2

Tarjetas de tarea # 3 Calcular el límite de resistencia a compresión dinámica ante cargas explosivas.

Tarea Ingeniería: Calcular el límite de resistencia a compresión dinámica
--

ante cargas explosivas.	
Número de tarea:3	Número de Historia:2
Nombre de tarea: Calcular el límite de resistencia a compresión dinámica ante cargas explosivas.	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 0.5
Fecha de inicio:1/02/2013	Fecha de fin:5/02/2013
Programador Responsable: Liliana Quintero Durán	
Descripción: Esta tarea facilita calcular el límite de resistencia a compresión dinámica una vez insertados los datos del coeficiente de dinamicidad correspondiente.	

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea # 3

Tarjetas de tarea # 4 Calcular el límite de resistencia a atracción dinámica ante cargas explosivas.

Tarea Ingeniería: Calcular el límite de resistencia a atracción dinámica ante cargas explosivas.	
Número de tarea:4	Número de Historia:2
Nombre de tarea: Calcular el límite de resistencia a atracción dinámica ante cargas explosivas.	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 0.5
Fecha de inicio:5/02/2013	Fecha de fin:10/02/2013
Programador Responsable: Liliana Quintero Durán	
Descripción: Esta tarea facilita calcular el límite de resistencia a atracción dinámica una vez insertados los datos del coeficiente de	

dinamicidad correspondiente.

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea # 4

Tarjetas de tarea # 5 Calcular el coeficiente de dinamicidad

Tarea Ingeniería: Calcular el coeficiente de dinamicidad

Número de tarea:5

Número de Historia:2

Nombre de tarea: Calcular el coeficiente de dinamicidad

Tipo de tarea: Desarrollo

Puntos estimados: 0.5

Fecha de inicio:10/02/2013

Fecha de fin:15/02/2013

Programador Responsable: Liliana Quintero Durán

Descripción: Esta tarea facilita calcular el coeficiente de dinamicidad una vez insertados los datos.

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea # 5

Tarjetas de tarea # 6 Calcular el coeficiente de poisson

Tarea Ingeniería: Calcular el coeficiente de poisson

Número de tarea:6

Número de Historia:3

Nombre de tarea: Calcular el coeficiente de poisson

Tipo de tarea: Desarrollo

Puntos estimados: 2

Fecha de inicio:15/02/2013

Fecha de fin:20/03/2013

Programador Responsable: Liliana Quintero Durán

Descripción: Esta tarea facilita calcular el coeficiente de poisson una vez insertados los datos.

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #6

Tarjetas de tarea # 7 Calcular módulo de elasticidad

Tarea Ingeniería: Calcular módulo de elasticidad	
Número de tarea:7	Número de Historia:3
Nombre de tarea: Calcular módulo de elasticidad	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 0.5
Fecha de inicio:20/03/2013	Fecha de fin:25/03/2013
Programador Responsable: Liliana Quintero Durán	
Descripción: Esta tarea facilita calcular módulo de elasticidad una vez insertados los datos.	

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #7

Tarjetas de tarea # 8 Calcular la velocidad de las ondas transversales

Tarea Ingeniería: Calcular la velocidad de las ondas transversales	
Número de tarea:8	Número de Historia:3
Nombre de tarea: Calcular la velocidad de las ondas transversales	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 0.5
Fecha de inicio:25/03/2013	Fecha de fin:30/03/2013
Programador Responsable: Liliana Quintero Durán	
Descripción: Esta tarea facilita calcular la velocidad de las ondas transversales una vez insertados los datos.	

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #8

Tarjetas de tarea # 9 Calcular el coeficiente de recálculo

Tarea Ingeniería: Calcular el coeficiente de recálculo	
---	--

Número de tarea: 9	Número de Historia: 5
Nombre de tarea: Calcular el coeficiente de recálculo	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 0.5
Fecha de inicio:30/03/2013	Fecha de fin:5/04/2013
Programador Responsable: Liliana Quintero Durán	
Descripción: Esta tarea facilita calcular el coeficiente de recálculo una vez insertados los datos.	

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #9

Tarjetas de tarea # 10 Calcular la presión seudo estática

Tarea Ingeniería: Calcular la presión seudo estática	
Número de tarea: 10	Número de Historia: 5
Nombre de tarea: Calcular la presión seudo estática	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 1.0
Fecha de inicio:30/03/2013	Fecha de fin:5/04/2013
Programador Responsable: Liliana Quintero Durán	
Descripción: Esta tarea facilita calcular la presión seudo estática una vez insertados los datos.	

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #10

Tarjetas de tarea # 11 Calcular el límite de resistencia a cortante dinámico

Tarea Ingeniería: Calcular el límite de resistencia cortante dinámico	
Número de tarea: 11	Número de Historia: 5
Nombre de tarea: Calcular el límite de resistencia cortante dinámico	

Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 1.0
Fecha de inicio:30/03/2013	Fecha de fin:5/04/2013
Programador Responsable: Liliana Quintero Durán	
Descripción: Esta tarea facilita calcular el límite de resistencia cortante dinámico una vez insertados los datos.	

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #11

Tarjetas de tarea # 12 Calcular la presión en frente de la onda de la detonación

Tarea Ingeniería: Calcular la presión en frente de la onda de la detonación	
Número de tarea: 12	Número de Historia: 6
Nombre de tarea: Calcular la presión en frente de la onda de la detonación	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 0.5
Fecha de inicio:5/04/2013	Fecha de fin:10/04/2013
Programador Responsable: Liliana Quintero Durán	
Descripción: Esta tarea facilita calcular la presión en frente de la onda de la detonación una vez insertados los datos.	

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #12

Tarjetas de tarea # 13 Calcular la presión media en el barreno

Tarea Ingeniería: Calcular la presión media en el barreno	
Número de tarea: 13	Número de Historia: 6
Nombre de tarea: Calcular la presión media en el barreno	

Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 0.5
Fecha de inicio:10/04/2013	Fecha de fin:15/04/2013
Programador Responsable: Liliana Quintero Durán	
Descripción: Esta tarea facilita calcular la presión media en el barreno una vez insertados los datos.	

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #13

Tarjetas de tarea # 14 Calcular la velocidad de los productos de la explosión

Tarea Ingeniería: Calcular la velocidad de los productos de la explosión	
Número de tarea: 14	Número de Historia: 6
Nombre de tarea: Calcular la velocidad de los productos de la explosión	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 0.5
Fecha de inicio:15/04/2013	Fecha de fin:20/04/2013
Programador Responsable: Liliana Quintero Durán	
Descripción: Esta tarea facilita calcular la velocidad de los productos de la explosión una vez insertados los datos.	

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #14

Tarjetas de tarea # 15 Calcular el valor inicial de la presión en el frente de las ondas

Tarea Ingeniería: Calcular el valor inicial de la presión en el frente de las ondas	
Número de tarea: 15	Número de Historia: 6
Nombre de tarea: Calcular el valor inicial de la presión en el frente de las	

ondas	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 1.0
Fecha de inicio:20/04/2013	Fecha de fin:25/04/2013
Programador Responsable: Liliana Quintero Durán	
Descripción: Esta tarea facilita calcular el valor inicial de la presión en el frente de las ondas una vez insertados los datos.	

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #15

Tarjetas de tarea # 16 Calcular los coeficientes empíricos A y m

Tarea Ingeniería: Calcular los coeficientes empíricos A y m	
Número de tarea: 16	Número de Historia: 7
Nombre de tarea: Calcular los coeficientes empíricos A y m	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 3.0
Fecha de inicio:25/04/2013	Fecha de fin:30/04/2013
Programador Responsable: Liliana Quintero Durán	
Descripción: Esta tarea facilita calcular los coeficientes empíricos A y m una vez insertados los datos.	

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #16

Tarjetas de tarea # 17 Calcular la presión máxima en el frente de la onda

Tarea Ingeniería: Calcular la presión máxima en frente de la onda	
Número de tarea: 17	Número de Historia: 8
Nombre de tarea: Calcular la presión máxima en el frente de la onda	

Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 3.0
Fecha de inicio:30/04/2013	Fecha de fin:1/05/2013
Programador Responsable: Liliana Quintero Durán	
Descripción: Esta tarea facilita calcular la presión máxima en el frente de la onda una vez insertados los datos.	

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #17

Tarjetas de tarea # 18 Calcular la densidad de la roca en el frente de la onda

Tarea Ingeniería: Calcular la densidad de la roca en el frente de la onda	
Número de tarea: 18	Número de Historia: 9
Nombre de tarea: Calcular la densidad de la roca en el frente de la onda	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 0.5
Fecha de inicio:1/05/2013	Fecha de fin:5/05/2013
Programador Responsable: Liliana Quintero Durán	
Descripción: Esta tarea facilita calcular la densidad de la roca en el frente de la onda una vez insertados los datos.	

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #18

Tarjetas de tarea # 19 Calcular la velocidad de las partículas

Tarea Ingeniería: Calcular la velocidad de las partículas	
Número de tarea: 19	Número de Historia: 9
Nombre de tarea: Calcular la velocidad de las partículas	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 0.5
Fecha de inicio:5/05/2013	Fecha de fin:10/05/2013

Programador Responsable: Liliana Quintero Durán

Descripción: Esta tarea facilita calcular la velocidad de las partículas una vez insertados los datos.

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #19

Tarjetas de tarea# 20 Calcular la velocidad del frente de la onda refractada

Tarea Ingeniería: Calcular la velocidad del frente de la onda refractada

Número de tarea: 20

Número de Historia: 9

Nombre de tarea: Calcular la velocidad del frente de la onda refractada

Tipo de tarea: Desarrollo

Puntos estimados: 1.0

Fecha de inicio:10/05/2013

Fecha de fin:15/05/2013

Programador Responsable: Liliana Quintero Durán

Descripción: Esta tarea facilita calcular la velocidad del frente de la onda refractada una vez insertados los datos.

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #20

Tarjetas de tarea# 21 Calcular la máxima amplitud de las tensiones

Tarea Ingeniería: Calcular la máxima amplitud de las tensiones

Número de tarea: 21

Número de Historia: 10

Nombre de tarea: Calcular la máxima amplitud de las tensiones

Tipo de tarea: Desarrollo

Puntos estimados: 0.5

Fecha de inicio:15/05/2013

Fecha de fin:20/05/2013

Programador Responsable: Liliana Quintero Durán

Descripción: Esta tarea facilita calcular la máxima amplitud de las

tensiones una vez insertados los datos.

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #21

Tarjetas de tarea# 22 Calcular distancia relativa

Tarea Ingeniería: Calcular distancia relativa

Número de tarea: 22

Número de Historia: 10

Nombre de tarea: Calcular distancia relativa

Tipo de tarea: Desarrollo

Puntos estimados: 0.5

Fecha de inicio:20/05/2013

Fecha de fin:25/05/2013

Programador Responsable: Liliana Quintero Durán

Descripción: Esta tarea facilita calcular distancia relativa una vez insertados los datos.

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #22

Tarjetas de tarea# 23 Calcular radio de carga equivalente

Tarea Ingeniería: Calcular radio de carga equivalente

Número de tarea: 23

Número de Historia: 10

Nombre de tarea: Calcular radio de carga equivalente

Tipo de tarea: Desarrollo

Puntos estimados: 1.0

Fecha de inicio:25/05/2013

Fecha de fin:30/05/2013

Programador Responsable: Liliana Quintero Durán

Descripción: Esta tarea facilita calcular el radio de carga equivalente una vez insertados los datos.

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #23

Tarjetas de tarea# 24 Calcular la máxima amplitud de la componente tangencial

Tarea Ingeniería: Calcular la máxima amplitud de la componente tangencial

Número de tarea: 24

Número de Historia: 11

Nombre de tarea: Calcular la máxima amplitud de la componente tangencial

Tipo de tarea: Desarrollo

Puntos estimados: 0.5

Fecha de inicio:30/05/2013

Fecha de fin:5/06/2013

Programador Responsable: Liliana Quintero Durán

Descripción: Esta tarea facilita calcular la máxima amplitud de la componente tangencial una vez insertados los datos.

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #24

Tarjetas de tarea# 25 Calcular la máxima amplitud de las tensiones a cortante

Tarea Ingeniería: Calcular la máxima amplitud de las tensiones a cortante

Número de tarea: 25

Número de Historia: 11

Nombre de tarea: Calcular la máxima amplitud de las tensiones a cortante

Tipo de tarea: Desarrollo

Puntos estimados: 0.5

Fecha de inicio:5/06/2013

Fecha de fin:10/06/2013

Programador Responsable: Liliana Quintero Durán

Descripción: Esta tarea facilita calcular la máxima amplitud de las tensiones a cortante una vez insertados los datos.

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #25

Tarjetas de tarea# 26 Calcular magnitudes adimensionales

Tarea Ingeniería: Calcular magnitudes adimensionales	
Número de tarea: 26	Número de Historia: 11
Nombre de tarea: Calcular magnitudes adimensionales	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 0.5
Fecha de inicio:10/06/2013	Fecha de fin:15/06/2013
Programador Responsable: Liliana Quintero Durán	
Descripción: Esta tarea facilita calcular magnitudes adimensionales una vez insertados los datos.	

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #26

Tarjetas de tarea# 27 Calcular radio de agrietamiento

Tarea Ingeniería: Calcular radio de agrietamiento	
Número de tarea: 27	Número de Historia: 12
Nombre de tarea: Calcular radio de agrietamiento	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 0.5
Fecha de inicio:15/06/2013	Fecha de fin:20/06/2013
Programador Responsable: Liliana Quintero Durán	
Descripción: Esta tarea facilita calcular radio de agrietamiento una vez insertados los datos.	

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #27

Tarjetas de tarea# 28 Calcular radio de descostramiento

Tarea Ingeniería: Calcular radio de descostramiento	
Número de tarea: 28	Número de Historia: 12
Nombre de tarea: Calcular radio de descostramiento	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 0.5
Fecha de inicio:20/06/2013	Fecha de fin:25/06/2013
Programador Responsable: Liliana Quintero Durán	
Descripción: Esta tarea facilita calcular radio de descostramiento una vez insertados los datos.	

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #28

Tarjetas de tarea# 29 Calcular radio de trituración

Tarea Ingeniería: Calcular radio de trituración	
Número de tarea: 29	Número de Historia: 12
Nombre de tarea: Calcular radio de trituración	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 1.0
Fecha de inicio:25/06/2013	Fecha de fin:30/06/2013
Programador Responsable: Liliana Quintero Durán	
Descripción: Esta tarea facilita calcular radio de trituración una vez insertados los datos.	

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #29

Tarjetas de tarea# 30 Calcular la línea de menor resistencia

Tarea Ingeniería: Calcular la línea de menor resistencia	
---	--

Número de tarea: 30	Número de Historia: 13
Nombre de tarea: Calcular la línea de menor resistencia	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 1
Fecha de inicio:25/06/2013	Fecha de fin:30/06/2013
Descripción: Esta tarea facilita calcular la línea de menor resistencia una vez insertados los datos.	

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #30

Tarjetas de tarea# 31 calcular la línea de menor resistencia para el macizo monolítico

Tarea Ingeniería: Calcular la línea de menor resistencia para el macizo monolítico	
Número de tarea: 31	Número de Historia: 13
Nombre de tarea: Calcular la línea de menor resistencia para el macizo monolítico	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 1
Fecha de inicio:15/04/2013	Fecha de fin:20/04/2013
Programador Responsable: Liliana Quintero Durán	
Descripción: Esta tarea facilita calcular la línea de menor resistencia para el macizo monolítico una vez insertados los datos.	

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #31

Tarjetas de tarea# 32 Calcular sumatoria abertura de las grietas

Tarea Ingeniería: Calcular sumatoria abertura de las grietas	
Número de tarea: 32	Número de Historia: 14

Nombre de tarea: Calcular sumatoria abertura de las grietas	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 0.5
Fecha de inicio:25/04/2013	Fecha de fin:30/04/2013
Programador Responsable: Liliana Quintero Durán	
Descripción: Esta tarea facilita calcular sumatoria abertura de las grietas una vez insertados los datos.	

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #32

Tarjetas de tarea# 33 Calcular coeficiente que depende del material que rellena las grietas

Tarea Ingeniería: Calcular coeficiente que depende del material que rellena las grietas	
Número de tarea: 33	Número de Historia: 14
Nombre de tarea: Calcular coeficiente que depende del material que rellena las grietas	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 0.5
Fecha de inicio:15/04/2013	Fecha de fin:20/04/2013
Programador Responsable: Liliana Quintero Durán	
Descripción: Esta tarea facilita calcular coeficiente que depende del material que rellena las grietas una vez insertados los datos.	

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #33

Tarjetas de tarea# 34 Calcular el coeficiente de debilitamiento

Tarea Ingeniería: Calcular el coeficiente de debilitamiento	
Número de tarea: 34	Número de Historia: 14

Nombre de tarea: Calcular el coeficiente de debilitamiento	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 1
Fecha de inicio:30/04/2013	Fecha de fin:5/05/2013
Programador Responsable: Liliana Quintero Durán	
Descripción: Esta tarea facilita calcular el coeficiente de debilitamiento una vez insertados los datos.	

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #34

Tarjetas de tarea# 35 Calcular distancia entre cargas en la fila

Tarea Ingeniería: Calcular distancia entre cargas en la fila	
Número de tarea: 35	Número de Historia: 15
Nombre de tarea: Calcular distancia entre cargas en la fila	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 1
Fecha de inicio:20/04/2013	Fecha de fin:25/04/2013
Programador Responsable: Liliana Quintero Durán	
Descripción: Esta tarea facilita calcular distancia entre cargas en la fila una vez insertados los datos.	

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #35

Tarjetas de tarea# 36 Calcular distancia relativa a*

Tarea Ingeniería: Calcular distancia relativa a*	
Número de tarea: 36	Número de Historia: 15
Nombre de tarea: Calcular distancia relativa a*	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 1

Fecha de inicio:1/01/2013	Fecha de fin:5/01/2013
Programador Responsable: Liliana Quintero Durán	
Descripción: Esta tarea facilita calcular distancia relativa a* una vez insertados los datos.	

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #36

Tarjetas de tarea# 37 Calcular distancia relativa natural

Tarea Ingeniería: Calcular distancia relativa natural	
Número de tarea: 37	Número de Historia: 15
Nombre de tarea: Calcular distancia relativa natural	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 1
Fecha de inicio:1/01/2013	Fecha de fin:5/01/2013
Programador Responsable: Liliana Quintero Durán	
Descripción: Esta tarea facilita calcular distancia relativa natural una vez insertados los datos.	

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #37

Tarjetas de tarea# 38 Calcular coeficiente que caracteriza la curva de crecimiento

Tarea Ingeniería: Calcular coeficiente que caracteriza la curva de crecimiento	
Número de tarea: 38	Número de Historia: 16
Nombre de tarea: Calcular coeficiente que caracteriza la curva de crecimiento	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 0.5

Fecha de inicio:5/01/2013	Fecha de fin:10/01/2013
Programador Responsable: Liliana Quintero Durán	
Descripción: Esta tarea facilita calcular coeficiente que caracteriza la curva de crecimiento una vez insertados los datos.	

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #38

Tarjetas de tarea# 39 Calcular tiempo en el momento de llegada de las ondas al punto

Tarea Ingeniería: Calcular tiempo en el momento de llegada de las ondas al punto	
Número de tarea: 39	Número de Historia: 16
Nombre de tarea: Calcular tiempo en el momento de llegada de las ondas al punto	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 0.5
Fecha de inicio:1/01/2013	Fecha de fin:5/01/2013
Programador Responsable: Liliana Quintero Durán	
Descripción: Esta tarea facilita calcular tiempo en el momento de llegada de las ondas al punto una vez insertados los datos.	

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #39

Tarjetas de tarea# 40 Calcular duración de crecimiento de la amplitud de las tensiones hasta el máximo

Tarea Ingeniería: Calcular duración de crecimiento de la amplitud de las tensiones hasta el máximo	
Número de tarea: 40	Número de Historia: 16
Nombre de tarea: Calcular duración de crecimiento de la amplitud de las	

tensiones hasta el máximo

Tipo de tarea: Desarrollo

Puntos estimados: 0.5

Fecha de inicio:15/01/2013

Fecha de fin:20/01/2013

Programador Responsable: Liliana Quintero Durán

Descripción: Esta tarea facilita calcular duración de crecimiento de la amplitud de las tensiones hasta el máximo una vez insertados los datos.

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #40

Tarjetas de tarea# 41 Calcular coeficiente que caracteriza la duración de la fase positiva de la onda

Tarea Ingeniería: Calcular coeficiente que caracteriza la duración de la fase positiva de la onda

Número de tarea: 41

Número de Historia: 16

Nombre de tarea: Calcular coeficiente que caracteriza la duración de la fase positiva de la onda

Tipo de tarea: Desarrollo

Puntos estimados: 0.5

Fecha de inicio:15/01/2013

Fecha de fin:20/01/2013

Programador Responsable: Liliana Quintero Durán

Descripción: Esta tarea facilita calcular coeficiente que caracteriza la duración de la fase positiva de la onda una vez insertados los datos.

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #41

Tarjetas de tarea# 42 Calcular magnitudes dimensionales a1, a2, b1, b2

Tarea Ingeniería: Calcular magnitudes dimensionales a1, a2, b1, b2

Número de tarea: 42

Número de Historia: 17

Nombre de tarea: Calcular magnitudes dimensionales a1, a2, b1, b2	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 1
Fecha de inicio:20/01/2013	Fecha de fin:25/02/2013
Programador Responsable: Liliana Quintero Durán	
Descripción: Esta tarea facilita calcular magnitudes dimensionales a1, a2, b1, b2 una vez insertados los datos.	

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #42

Tarjetas de tarea# 43 Calcular valor suma mínimo de las amplitudes

Tarea Ingeniería: Calcular valor suma mínimo de las amplitudes	
Número de tarea: 43	Número de Historia: 18
Nombre de tarea: Calcular valor suma mínimo de las amplitudes	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 3
Fecha de inicio:20/01/2013	Fecha de fin:25/01/2013
Programador Responsable: Liliana Quintero Durán	
Descripción: Esta tarea facilita calcular valor suma mínimo de las amplitudes una vez insertados los datos.	

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #43

Tarjetas de tarea# 44 Calcular para el macizo con un agrietamiento dado

Tarea Ingeniería: Calcular para el macizo con un agrietamiento dado	
Número de tarea: 44	Número de Historia: 19
Nombre de tarea: Calcular para el macizo con un agrietamiento dado	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 2

Fecha de inicio:25/01/2013	Fecha de fin:30/01/2013
Programador Responsable: Liliana Quintero Durán	
Descripción: Esta tarea facilita calcular para el macizo con un agrietamiento dado una vez insertados los datos.	

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #44

Tarjetas de tarea# 45 Calcular radio de la carga esférica

Tarea Ingeniería: Calcular radio de la carga esférica	
Número de tarea: 45	Número de Historia: 20
Nombre de tarea: Calcular radio de la carga esférica	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 0.1
Fecha de inicio:25/01/2013	Fecha de fin:30/01/2013
Programador Responsable: Liliana Quintero Durán	
Descripción: Esta tarea facilita calcular radio de la carga esférica una vez insertados los datos.	

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #45

Tarjetas de tarea# 46 Calcular radio de la carga esférica equivalente

Tarea Ingeniería: Calcular radio de la carga esférica equivalente	
Número de tarea: 46	Número de Historia: 20
Nombre de tarea: Calcular radio de la carga esférica equivalente	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 0.1
Fecha de inicio:1/02/2013	Fecha de fin:5/02/2013
Programador Responsable: Liliana Quintero Durán	

Descripción: Esta tarea facilita calcular radio de la carga esférica equivalente una vez insertados los datos.

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #46

Tarjetas de tarea# 47 Calcular longitud relativa del relleno

Tarea Ingeniería: Calcular longitud relativa del relleno

Número de tarea: 47

Número de Historia: 20

Nombre de tarea: Calcular longitud relativa del relleno

Tipo de tarea: Desarrollo

Puntos estimados: 0.1

Fecha de inicio:1/02/2013

Fecha de fin:5/02/2013

Programador Responsable: Liliana Quintero Durán

Descripción: Esta tarea facilita calcular longitud relativa del relleno una vez insertados los datos.

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #47

Tarjetas de tarea# 48 Calcular longitud de relleno

Tarea Ingeniería: Calcular longitud de relleno

Número de tarea: 48

Número de Historia: 20

Nombre de tarea: Calcular longitud de relleno

Tipo de tarea: Desarrollo

Puntos estimados: 0.2

Fecha de inicio:5/02/2013

Fecha de fin:10/02/2013

Programador Responsable: Liliana Quintero Durán

Descripción: Esta tarea facilita calcular longitud de relleno una vez insertados los datos.

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #48

Tarjetas de tarea# 49 Calcular línea de menor resistencia relativa por el piso

Tarea Ingeniería: Calcular línea de menor resistencia relativa por el piso

Número de tarea: 49

Número de Historia: 21

Nombre de tarea: Calcular línea de menor resistencia relativa por el piso

Tipo de tarea: Desarrollo

Puntos estimados: 2

Fecha de inicio:10/02/2013

Fecha de fin:25/02/2013

Programador Responsable: Liliana Quintero Durán

Descripción: Esta tarea facilita calcular línea de menor resistencia relativa por el piso una vez insertados los datos.

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #49

Tarjetas de tarea# 50 Calcular el radio de esférica convencional equivalente

Tarea Ingeniería: Calcular el radio de esférica convencional equivalente

Número de tarea: 50

Número de Historia: 22

Nombre de tarea: Calcular el radio de esférica convencional equivalente

Tipo de tarea: Desarrollo

Puntos estimados: 0.1

Fecha de inicio:1/03/2013

Fecha de fin:5/03/2013

Programador Responsable: Liliana Quintero Durán

Descripción: Esta tarea facilita calcular el radio de esférica convencional equivalente una vez insertados los datos.

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #50

Tarjetas de tarea# 51 Calcular radio real de la carga esférica

Tarea Ingeniería: Calcular radio real de la carga esférica	
Número de tarea: 51	Número de Historia: 22
Nombre de tarea: Calcular radio real de la carga esférica	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 0.1
Fecha de inicio:1/03/2013	Fecha de fin:5/03/2013
Programador Responsable: Liliana Quintero Durán	
Descripción: Esta tarea facilita calcular radio real de la carga esférica una vez insertados los datos.	

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #51

Tarjetas de tarea# 52 Calcular parte inferior de la carga

Tarea Ingeniería: Calcular parte inferior de la carga	
Número de tarea: 52	Número de Historia: 22
Nombre de tarea: Calcular parte inferior de la carga	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 0.1
Fecha de inicio:15/03/2013	Fecha de fin:20/03/2013
Programador Responsable: Liliana Quintero Durán	
Descripción: Esta tarea facilita calcular parte inferior de la carga una vez insertados los datos.	

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #52

Tarjetas de tarea# 53 Calcular parte superior de la carga

Tarea Ingeniería: Calcular parte superior de la carga	
--	--

Número de tarea: 53	Número de Historia: 22
Nombre de tarea: Calcular parte superior de la carga	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 0.1
Fecha de inicio:15/03/2013	Fecha de fin:20/03/2013
Programador Responsable: Liliana Quintero Durán	
Descripción: Esta tarea facilita calcular parte superior de la carga una vez insertados los datos.	

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #53

Tarjetas de tarea# 54 Calcular longitud de sobreperforación

Tarea Ingeniería: Calcular longitud de sobreperforación	
Número de tarea: 54	Número de Historia: 22
Nombre de tarea: Calcular longitud de sobreperforación	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 0.1
Fecha de inicio:25/03/2013	Fecha de fin:30/03/2013
Programador Responsable: Liliana Quintero Durán	
Descripción: Esta tarea facilita calcular longitud de sobreperforación una vez insertados los datos.	

Tabla 3.3 Tarjetas de tarea #54

Tarjetas de tarea# 55 Autenticar usuario

Tarea Ingeniería: Autenticar usuario	
Número de tarea: 55	Número de Historia: 23
Nombre de tarea: Autenticar usuario	

Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 2
Fecha de inicio:15/04/2013	Fecha de fin:20/04/2013
Programador Responsable: Liliana Quintero Durán	
Descripción: Esta tarea permite entrar al sistema una vez que el administrador le haya dado acceso al sistema.	

Anexo 5

Tabla 3.32 PA: Prueba para comprobar el cálculo del diámetro de perforación

Prueba de aceptación

HU: Calcular diámetro de perforación

Nombre: Prueba para comprobar el cálculo del diámetro de perforación

Descripción: El usuario calcula el diámetro una vez insertados los datos

Condiciones de ejecución: los datos sean correctos

Entrada / pasos de ejecución: el usuario intenta introducir datos y calcula

Resultado: Se calcula el diámetro de perforación y se emite un mensaje en caso de que los datos no sean correctos

Evaluación de la prueba: Aceptada

Tabla 3.32PA: Prueba para comprobar el cálculo de la presión máxima

Prueba de aceptación

HU: Calcular presión máxima

Nombre: Prueba para comprobar el cálculo de la presión máxima

Descripción: El usuario calcula la presión máxima una vez insertados los datos

Condiciones de ejecución: los datos sean correctos

Entrada / pasos de ejecución: el usuario intenta introducir datos y calcula

Resultado: Se calcula la presión máxima y se emite un mensaje en caso de que los datos no sean correctos

Evaluación de la prueba: Aceptada

Tabla 3.32 PA: Prueba para comprobar el cálculo de la distancia relativa*

Prueba de aceptación

HU: Calcular distancia relativa*

Nombre: Prueba para comprobar el cálculo de la distancia relativa*

Descripción: El usuario calcula la distancia relativa* una vez insertados los datos

Condiciones de ejecución: los datos sean correctos

Entrada / pasos de ejecución: el usuario intenta introducir datos y calcula

Resultado: Se calcula la distancia relativa* y se emite un mensaje en caso de que los datos no sean correctos

Evaluación de la prueba: Aceptada

Tabla 3.32 PA: Prueba para comprobar el cálculo del coeficiente de poisson

Prueba de aceptación

HU: Calcular el coeficiente de poisson

Nombre: Prueba para comprobar el cálculo del coeficiente de poisson

Descripción: El usuario calcula el coeficiente de poisson una vez insertados los datos

Condiciones de ejecución: los datos sean correctos

Entrada / pasos de ejecución: el usuario intenta introducir datos y calcula

Resultado: Se calcula el coeficiente de poisson y se emite un mensaje en caso de que los datos no sean correctos

Evaluación de la prueba: Aceptada

Tabla 3.32 PA: Prueba para comprobar el cálculo de la distancia entre cargas en la fila

Prueba de aceptación

HU: Calcular la distancia entre cargas en la fila

Nombre: Prueba para comprobar el cálculo de la distancia entre cargas en la fila

Descripción: El usuario calcula la distancia entre cargas en la fila una vez insertados los datos

Condiciones de ejecución: los datos sean correctos

Entrada / pasos de ejecución: el usuario intenta introducir datos y calcula

Resultado: Se calcula la distancia entre cargas en la fila y se emite un mensaje en caso de que los datos no sean correctos

Evaluación de la prueba: Aceptada

Tabla 3.32 PA: Prueba para comprobar el cálculo de los coeficientes empíricos

Prueba de aceptación

HU: Calcular coeficientes empíricos

Nombre: Prueba para comprobar el cálculo de los coeficientes empíricos

Descripción: El usuario calcula los coeficientes empíricos una vez insertados los

datos

Condiciones de ejecución: los datos sean correctos

Entrada / pasos de ejecución: el usuario intenta introducir datos y calcula

Resultado: Se calcula los coeficientes empíricos y se emite un mensaje en caso de que los datos no sean correctos

Evaluación de la prueba: Aceptada

Tabla 3.32 PA: Prueba para comprobar el cálculo del módulo de elasticidad

Prueba de aceptación

HU: Calcular el módulo de elasticidad

Nombre: Prueba para comprobar el cálculo del módulo de elasticidad

Descripción: El usuario calcula el módulo de elasticidad una vez insertados los datos

Condiciones de ejecución: los datos sean correctos

Entrada / pasos de ejecución: el usuario intenta introducir datos y calcula

Resultado: Se calcula el módulo de elasticidad y se emite un mensaje en caso de que los datos no sean correctos

Evaluación de la prueba: Aceptada

Tabla 3.32 Prueba para comprobar el cálculo del coeficiente de refracción acústica

Prueba de aceptación

HU: Calcular el coeficiente de refracción acústica

Nombre: Prueba para comprobar el cálculo del coeficiente de refracción acústica

Descripción: El usuario calcula el coeficiente de refracción acústica una vez insertados los datos

Condiciones de ejecución: los datos sean correctos

Entrada / pasos de ejecución: el usuario intenta introducir datos y calcula

Resultado: Se calcula el coeficiente de refracción acústica y se emite un mensaje en caso de que los datos no sean correctos

Evaluación de la prueba: Aceptada

Tabla 3.32 Prueba para comprobar el cálculo de la velocidad de los productos de la explosión

Prueba de aceptación

HU: Calcular la velocidad de los productos de la explosión

Nombre: Prueba para comprobar la velocidad de los productos de la explosión

Descripción: El usuario calcula la velocidad de los productos de la explosión una vez insertados los datos

Condiciones de ejecución: los datos sean correctos

Entrada / pasos de ejecución: el usuario intenta introducir datos y calcula

Resultado: Se calcula la velocidad de los productos de la explosión y se emite un mensaje en caso de que los datos no sean correctos

Evaluación de la prueba: Aceptada