

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERÍA DE SISTEMAS**



**EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE**  
**INFORMACIÓN EN EL PROCESO DE LIXIVIACIÓN DE PRUEBAS EN**  
**BOTELLAS EN EL LABORATORIO METALÚRGICO DE MINERA YANACOCHA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERO DE SISTEMAS**

**PRESENTADA POR EL BACHILLER**

Caulberto Valdivia Prieto.

**ASESOR**

MSc. Ing. Carlos Enrique Aparicio Arteaga

CAJAMARCA PERU

-2018-

## **DEDICATORIA**

A Dios triunfo y en especial a su hijo Jesucristo quien en su infinita misericordia se manifestó a nosotros ofreciéndose a sí mismo como sacrificio en la cruz del calvario y salvar a todo aquel que fue predestinado desde antes de la fundación del mundo.

A mi vida Kelly Nohely, quien con su amor y oraciones estuvo a mi lado para darme la fuerza para poder concluir con este trabajo de investigación.

A mis hijos Jahel y Shammah, que con sus adorables ternuritas me han acompañado en todo este proceso, dándome la alegría en los momentos difíciles.

A mi amada madre Yolanda y a mi hermana más preciosa Jheny Elizabeth, porque me dieron su ayuda incondicional durante todos mis estudios.

A mis profesores de aula, quienes con sus enseñanzas y exhortaciones hicieron de mí vida una persona cada vez más fuerte, para afrontar los retos de un mundo lleno de maravillas y de constante cambio.

**UN AGRADECIMIENTO MUY ESPECIAL**

A mi asesor Carlos Aparicio, por su paciencia, orientación y dedicación, a fin de que la tesis cumpla con los objetivos trazados.

**Y UN AGRADECIMIENTO PARTICULAR**

A Edwin Valencia, por sus consejos y apoyo desinteresado en el desarrollo de este trabajo de investigación.

## CONTENIDO

<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b> .....	3
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b> .....	7
2.1 Antecedentes teóricos de la investigación.....	7
2.1.1 Antecedentes Internacionales.....	7
2.1.2 Antecedentes Nacional y local.....	8
2.2 Bases Teóricas.....	10
2.2.1 Sistema de Información .....	10
2.2.2 Proceso de Lixiviación en botellas de muestras de mineral en Laboratorio .....	14
2.3 Definición de variables.....	15
2.4 Operacionalización de variables.....	16
2.4.1 Operacionalización de la variable independiente: .....	16
2.4.2 Operacionalización de la variable dependiente.....	17
2.5 Matriz de consistencia.....	18
<b>CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	19
3.1 Ubicación geográfica donde se realizó la investigación .....	19
3.2 Procedimiento.....	19
3.2.1 Descripción del negocio.....	19
3.2.2 Modelo de casos de uso del negocio.....	28
3.2.3 Modelo de análisis del negocio.....	32
3.2.4 Captura de requerimientos .....	41
3.3 Tipo, nivel, diseño y método de investigación.....	100
3.3.1 Análisis e interpretación de datos .....	102
<b>CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....	121
4.1 Realizar las pruebas del Sistema. ....	121
4.1.1 Plan de pruebas .....	122
4.1.2 Realizar la implementación del Sistema en ambiente de producción.....	124

4.1.3	Analizar el impacto generado al proceso de lixiviación con el Sistema.....	124
4.2	Discusión de los resultados encontrados con los antecedentes teóricos. ....	126
	<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	129
5.1	Conclusiones .....	129
5.2	Recomendaciones.....	131
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	132
	<b>ANEXOS</b> .....	134

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Dirigido por casos de uso .....	11
Figura 2. Esfuerzo en actividades según fase del proyecto. ....	12
Figura 3. Estructura del plan de desarrollo del Sistema de Información .....	14
Figura 4. Formato de registro de pruebas .....	22
Figura 5. Pesado de pruebas en botellas .....	22
Figura 6. Rotulado de la botella.....	22
Figura 7. Diferencia de cabezas de metales .....	26
Figura 8. Pruebas ordenadas en función a cianuro y malla.....	27
Figura 9. Objetivos.....	30
Figura 10. Caso de uso.....	31
Figura 11. Trabajadores .....	32
Figura 12. Entidades .....	33
Figura 13. Recepción de muestras .....	34
Figura 14. Preparación .....	35
Figura 15. Alcalinización.....	36
Figura 16. Lixiviación de pruebas .....	37
Figura 17. Envío de colas.....	38
Figura 18. Verificación de resultados .....	39
Figura 19. Detección y corrección de errores .....	40
Figura 20. Actores del sistema.....	46
Figura 21. Diagrama de paquetes de casos de uso.....	46
Figura 22. Diagrama de casos de uso.....	47
Figura 23. Diagrama de actividades de Registro de muestras .....	73
Figura 24. Diagrama de actividades de registro de proyectos .....	74
Figura 25. Diagrama de actividades de registro de detalles de proyecto.....	75
Figura 26. Elaborar envíos de leyes de mineral .....	76
Figura 27. Registrar pruebas de mineral en botellas.....	77
Figura 28. Registrar Tipos de pruebas .....	78
Figura 29. Elaborar envío de leyes de metal en solución .....	79
Figura 30. Ingresar datos de las balanzas.....	80
Figura 31. Ingresar datos de los peachímetros.....	81
Figura 32. Proceso de lixiviación.....	82

Figura 33. Registrar pruebas alcalinizadas .....	83
Figura 34. Detectar y corregir errores durante el proceso .....	84
Figura 35. Verificar estado de muestras por proyecto .....	85
Figura 36. Registrar relecturas .....	86
Figura 37. Generar reporte de pruebas terminadas .....	87
Figura 38. Diagrama de Paquetes de Análisis .....	88
Figura 39. Diagrama de clase de recepción de muestras .....	88
Figura 40. Diagrama de secuencia de recepción de muestras.....	89
Figura 41. Diagrama de clase del proceso de lixiviación .....	90
Figura 42. Diagrama de secuencia del proceso de lixiviación.....	91
Figura 43. Diseño de la base de datos.....	92
Figura 44. Diagrama de componentes .....	93
Figura 45. Diagrama de implementación.....	94
Figura 46. Pantalla de ingreso al sistema.....	95
Figura 47. Menú principal.....	95
Figura 48. Mantenimiento Registro de muestras .....	96
Figura 49. Mantenimiento de registro de pruebas .....	96
Figura 50. Mantenimiento de Proyectos .....	97
Figura 51. Recepción de muestras .....	97
Figura 52. Proceso de lixiviación de pruebas de mineral .....	98
Figura 53. Proceso de lixiviación de pruebas en botellas .....	98
Figura 54. Reporte de detalle de muestras cianuradas en botellas.....	99
Figura 55. Servicio orientado a los usuarios .....	102
Figura 56. Protección de la base de datos .....	103
Figura 57. Administración de la información .....	103
Figura 58. Aumento de la productividad .....	104
Figura 59. Ayuda en la toma de decisiones .....	105
Figura 60. Satisfacción del cliente .....	105
Figura 61. Servicio orientado a Usuarios.....	106
Figura 62. Protección de la base de datos .....	106
Figura 63. Administración de la información .....	107
Figura 64. Aumento de la productividad .....	108
Figura 65. Ayuda en la toma de decisiones .....	108
Figura 66. Satisfacción desde el punto de vista del cliente.....	109

Figura 67. Accesos con Usuario y Clave .....	117
Figura 68. Seguridad de la Información .....	117
Figura 69. Demora en hacer reportes .....	118
Figura 70. Copiado de la data de balanzas y peachímetros por el Sistema de Información ..	118
Figura 71. Aumento promedio de aceptación de los clientes .....	118
Figura 72. Muestras registradas versus Años .....	125
Figura 73. Muestra analizadas versus Años.....	126

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribuciones típicas de esfuerzo y tiempo .....	13
Tabla 2. Operacionalización de la variable independiente .....	16
Tabla 3. Operacionalización de la variable dependiente .....	17
Tabla 4. Envío de cabezas de mineral.....	20
Tabla 5. Condiciones de cada prueba a Lixiviar.....	21
Tabla 6. Actores del negocio .....	28
Tabla 7. Casos de uso del negocio .....	29
Tabla 8. Requerimientos funcionales.....	41
Tabla 9. Diagrama del Proyecto de Investigación .....	100
Tabla 10. Diagrama Pre experimental .....	101
Tabla 11. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	101
Tabla 12. Satisfacción del cliente desde el punto de vista del personal .....	104
Tabla 13. Satisfacción desde el punto de vista del cliente.....	107
Tabla 14. Encuesta al personal antes de la implementación del Sistema .....	111
Tabla 15. Encuesta al personal después de la implementación del Sistema.....	112
Tabla 16. Encuesta a los clientes antes de la implementación del Sistema .....	113
Tabla 17. Encuesta a los clientes después de la implementación del Sistema.....	114
Tabla 18. Cuadro comparativo de las conclusiones parciales.....	115
Tabla 19. Estimación de la diferencia pareada .....	119
Tabla 20. Prueba t(9) Para la diferencia de medias .....	120
Tabla 21. El historial de revisiones realizadas para los casos de uso más importantes del sistema a implementar.....	123
Tabla 22. El historial registrado en los 2008 – 2012 .....	125

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación es la de evaluar el impacto de la implementación de un Sistema de Información al proceso de lixiviación de pruebas en botellas en el Laboratorio Metalúrgico de Minera Yanacocha; la importancia del proceso de lixiviación en el laboratorio, se debe a las pruebas de cianuración en botellas las cuales son efectuadas para obtener información preliminar sobre el consumo total de reactivos que intervienen en el proceso de lixiviación tales como el NaCN, CaO. También se puede predecir el porcentaje de recuperación en Au vs tiempo en horas (Lixiviación de minerales, 2012), cada muestra a lixiviar tiene diferentes formatos y tiempos que se asignan por prueba de lixiviación, la data se registra en diferentes lugares, en documentos físicos, los datos de las balanzas y peachímetros son digitados a mano en formatos físicos ; motivo por el cual se ve la necesidad de agilizar y optimizar el proceso de lixiviación donde se ha implementado un sistema de información que nos permita registrar las muestras de mineral, la preparación de muestras, el proceso de lixiviación y contar con un adecuado control de detección y corrección errores denominado balance metalúrgico, la data de las balanzas y peachímetros ahora son captados directamente a una Base de Datos, como la presente investigación busca en todos sus objetivos la menor intervención de la mano humana, la seguridad y calidad de la información asimismo ayudar en la toma de decisiones administrativas, generar los reportes necesarios para sus clientes y usuarios en general. Como metodología de desarrollo del sistema de información fue seleccionada la metodología RUP - Proceso Racional Unificado, puesto que especifica la mayoría de elementos de un proceso de software; su especificación permite realizar configuraciones de procesos según las características de esta investigación. Como resultado se concluye que hubo un impacto significativo por las mejoras considerables en los servicios orientados: a usuarios; es decir, que los trabajadores se vieron aliviados en la seguridad de su data generada. La administración de la Información pasaba a las manos de un Administrador de Base de Datos. La satisfacción de clientes aumentó, la productividad aumentó considerablemente, se analizaron y registraron más muestras cada año y ayuda en la toma de decisiones, todo lo relacionado con el sistema contribuyó significativamente en cada proceso ya sea generando seguridad de la información o aliviando en la rápida toma de decisiones y en tiempo real.

**Palabras claves:** Muestras de mineral, Sistema de información, Preparación de muestras, Pruebas, Proceso de Lixiviación, Horas, RUP.

## ABSTRACT

The objective of this research is to evaluate the impact of the implementation of an Informational System to the process of leaching of tests in bottles in the Metallurgical Laboratory of Minera Yanacocha. The importance of the leaching process in the laboratory is due to cyanidation tests in bottles which are carried out to obtain preliminary information on the total consumption of reagents that intervene in the leaching process such as NaCN, CaO. You can also predict the percentage of recovery in Au vs. time in hours (leaching of tests in bottles), each sample to be leached has different formats and times that are assigned by leaching test, the data is recorded in different places, in physical documents, the data of the scales and peachimeters are hand-digitized in physical formats; This is why we see the need to expedite and optimize the leaching process where an information system has been implemented that allows us to record mineral samples, sample preparation, the leaching process and have an adequate detection control and errors correction called metallurgical balance, the data of the scales and peachimeters are now captured directly to a Database, as the present research seeks in all its objectives the least of human intervention, the security and quality of the information also help in making administrative decisions, generating the necessary reports for its customers and users in general. As methodology of the information development system, the RUP methodology was selected, since it specifies most elements of a software process; its specification allows to create configurations of processes according to the characteristics of this research. As a result, it is concluded that there was a significant impact due to the considerable improvements in the oriented services: to users; that is, workers were relieved in the security of their generated data. The administration of the information passed into the hands of a Database Administrator. Customer satisfaction increased, productivity increased significantly, more samples were analyzed and recorded each year and help in decision-making, everything related to the system contributed significantly in each process either generating information security or alleviating the fast decision making and in real time.

**Key words:** Mineral samples, Information system, Sample preparation, Testing, Leaching process, Hours, RUP.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Los Sistemas de Información han hecho evolucionar las actividades de los procesos en los diferentes rubros empresariales, el contar con un sistema que brinde entre otras cosas seguridad y precisión además que facilite las actividades de los trabajadores, generándoles mayor rendimiento. A nivel internacional se viene implementando estos sistemas con énfasis especial en lo que se refiere al balance metalúrgico de minerales para ayudar en la toma de decisiones, también se ve la necesidad de la determinación de los Requerimientos de Información para la Implementación en un Sistema de software; a nivel nacional se han implementado aplicaciones de balance metalúrgico en línea enfocados en la toma inmediata de acciones ante alguna desviación que impacte negativamente los resultados en sus procesos, estas investigaciones tienen como propósito Mejorar el control de los parámetros de operación del circuito de flotación cobre. En Cajamarca, en el Laboratorio Metalúrgico de Minera Yanacocha, se realizan pruebas de lixiviación en botellas; proceso donde se obtiene la información preliminar del consumo total de reactivos como cianuro de sodio<sup>1</sup> y cal<sup>2</sup> en cada prueba de mineral lixiviada, también se puede predecir el porcentaje de recuperación de metales preciosos como oro, plata, cobre, entre otros en función a intervalos de tiempo; la recuperación depende de la cantidad de cianuro que ingresa a la pila, lixiviar la pila con 50 ppm. Después de los 30 días no va a recuperar más oro (Manrique Martínez, 2005). La problemática en el proceso de lixiviación de pruebas, empieza desde la codificación de muestras de mineral y las codificaciones en los sub procesos intermedios donde se vienen disgregando las muestras en pruebas y estas en sub muestras de leyes de metales sólidos y leyes de metales en solución; el historial de las muestras lixiviadas son guardadas en fólderes físicos y hojas de Excel en el computador; es decir, la información se encuentra en diferentes lugares generando pérdida de tiempo en la toma de decisiones y además dando lugar a la pérdida de la información en el camino; los pesos<sup>3</sup> de las pruebas en las balanzas de precisión y las mediciones de pH de los peachímetros son registrados manualmente, existen lixiviación de pruebas de máxima extracción denominadas así porque su lixiviación depende de las extracciones máximas de los metales en función al tiempo, por lo cual el encargado de lixiviación debe hacer reportes previos cada cierto periodo de tiempo y decidir si se continúa

---

<sup>1</sup> NaCN: Cianuro de Sodio

<sup>2</sup> CaO: Óxido de Calcio

<sup>3</sup> Pesos: son pesos de los materiales de las pruebas obtenidos de las balanzas

lixiviando, si debe tomar una decisión rápida puesto que la lixiviación no debe paralizarse lo cual conlleva a que se adicione más reactivos. Existen cálculos con fórmulas químicas los cuales están en hojas de Excel con el riesgo de que puedan ser modificados por error o que estos cálculos por fórmulas matemáticas no sean actualizados debido al cambio de versiones en el Excel que por política de la empresa se vienen actualizando cada año; finalmente los reportes son realizados por los trabajadores contando con ayudas solamente de hojas de cálculo en Excel y calculadoras; la detección de errores en la manipulación de datos se da al final de la lixiviación, llevando esto en muchos casos a repetir la lixiviación de la prueba retrasando así la toma de decisiones y por ende en la emisión de reportes al cliente. Los reportes pueden ir con algunas muestras pueden con exceso en consumo de reactivos.

Es por eso que se formuló la siguiente interrogante ¿La implementación de un Sistema de Información y su evaluación, otorgaran un impacto significativo en el proceso de lixiviación de pruebas en botellas en el Laboratorio Metalúrgico de Minera Yanacocha?

Esta investigación planteó la siguiente hipótesis: La evaluación de un sistema de información implementado para el proceso de lixiviación de pruebas en botellas en el Laboratorio Metalúrgico de Minera Yanacocha, tendría un impacto positivo y significativo en reducción de tiempo, mejora de la productividad y calidad de información, y que la detección de errores sea en línea al proceso del negocio.

La Justificación de la investigación se sustenta en: a) Justificación técnica, los procesos automatizados por el desarrollo de softwares como producto de los sistemas de información en la mayoría de los casos impactan de manera positiva en las empresas y/o organizaciones actuales, de allí que la necesidad del uso de computadores para tener que enfrentar los problemas que se suscitan en su operación y administración. La lixiviación de mineral en botellas en el Laboratorio Metalúrgico se viene desarrollándose con ayudas de hojas de cálculos no cuenta con un sistema información, razón por la cual se plantea su implementación para evaluar su evolución. Determinar un sistema de codificación de muestras de mineral con sus pruebas, que sea perdurable en el tiempo, la data de las balanzas y peachímetros se desea exportar directamente a una base de datos, generar reportes que sean vistos durante la lixiviación con la finalidad de dar al trabajador un apoyo en la toma de decisiones, para la detección de fallas en las pruebas a lixiviar y se plantea poner algunos avisos en el proceso. b) Justificación académica, el presente proyecto de investigación

justifica los conocimientos adquiridos y su relación con la práctica, previa la obtención del Título Profesional de Ingeniero de Sistemas; para cumplir este cometido, se pretende elaborar un Sistema de Información que solucione el problema expuesto anteriormente, y a la vez permita poner en práctica los conocimientos adquiridos y a la vez ganar experiencia en la planificación y desarrollo en este tipo de proyectos. El desarrollo de esta aplicación requiere diseñar una Base de Datos, esto permitirá poner en práctica los conocimientos adquiridos sobre tal materia; se requiere implementar un programa computacional y con esta implementación pretendo conocer más sobre el desarrollo de Sistemas de Información. c) Justificación económica, generaría la posibilidad de mejoramiento de los sub procesos de la lixiviación en cuanto a la calidad de resultados con menos intervención humana. Ahorro de materiales especialmente de cianuro y cal, por lo descrito es imprescindible contar con la información precisa de las pruebas realizadas a las muestras de mineral. El desarrollo de un Sistema de Información que permite ayudar en la solución a estos problemas; brindando informes con data confiable y con cálculos hecho por el computador, además de brindar un registro seguro de la data dando de esta manera fiabilidad de los resultados.

La delimitación de la investigación, el alcance de la presente investigación es la evaluación del impacto del desarrollo de un Sistema de Información de Lixiviación de pruebas en botellas el cual se llevará a cabo en el Laboratorio Metalúrgico de Minería Yanacocha, incluye la documentación que será proporcionada al final de la investigación la cual será acorde a la metodología aplicada; este trabajo se limita solamente a la lixiviación de pruebas en botellas en el laboratorio metalúrgico.

Planteándose como objetivo general: Evaluar el impacto generado por la implementación de un Sistema de Información al proceso de lixiviación de pruebas en botellas en el Laboratorio Metalúrgico de Minería Yanacocha, y como objetivos específicos: Analizar e identificar las actividades de cada proceso de lixiviación, determinar los requerimientos de los procesos identificados, diseñar el Sistema a desarrollar, implementar el Sistema, realizar las pruebas del Sistema, realizar la implementación del Sistema en ambiente de producción, medir los indicadores: tiempo, producción, calidad de información y la detección de errores en línea al proceso del negocio para evaluar el impacto generado al proceso de lixiviación con el Sistema implementado.

Los capítulos a considerar es el orden siguiente: Capítulo I. Planteamiento del Problema, la hipótesis, la justificación, el objetivo general y los objetivos específicos que llevaran a cabo

la solución; Capítulo II. Marco Teórico, en este capítulo se muestra los antecedentes de la investigación, las bases, la definición de términos básicos que han sido encontrados; Capítulo III. Describir paso a paso y con detalle, el proceso o procesos realizados en el experimento y tratamiento y análisis de datos y presentación de resultados; Capítulo IV. Análisis y discusión de resultados. Se discute los resultados encontrados con los datos que están en la literatura y que aparecen en la sección antecedentes teóricos. Se resalta las coincidencias o las divergencias y se trata de encontrar explicaciones lógicas a las mismas (basado en la literatura); Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones de la Tesis de Investigación las conclusiones deben ser para cada objetivo donde se establezca las conclusiones más pertinentes, derivadas de los resultados y las recomendaciones, se refieren a los aspectos que el investigador considera necesarios realizar para seguir ampliando los conocimientos sobre el problema de investigación que dada la naturaleza específica de la tesis, no se incluyó.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes teóricos de la investigación

#### 2.1.1 Antecedentes Internacionales

Rojas (2007) en su tesis “Análisis, Estudio y Determinación de los Requerimientos de Información para la Implementación de un Sistema de Control de Indicadores”, tiene como objetivos “Determinar los requerimientos de información para el desarrollo de un futuro sistema de información para la DECG que maneje información única, de alta confiabilidad, prontitud y centralizada en un solo lugar que hará más eficiente el control de gestión y la entrega de resultados a la alta dirección. Identificar y unificar la información que se requiere en la DECG para controlar la gestión. Caracterizar la información de gestión antes señalada con el fin de entender cómo se genera. Eliminar la obtención de Indicadores Duplicados que se generan mes a mes y Disminuir el tiempo de espera para contar con información confiable”. Llegó a las siguientes conclusiones: después de analizar las fichas antes mencionadas se logró establecer que la información requerida se encuentra agrupada en unos pocos sistemas de información y grupo reducido de personas, se apreció que la existencia de cálculos intermedios a través de planillas Excel retrasa la elaboración de estos indicadores. Esta burocracia no es necesaria ya que muchos indicadores se podrán calcular automáticamente por el nuevo sistema. En cuanto a los sistemas o informes considerados “cuellos de botella”, se identificó que eran los mínimos y que las causas del retraso son más bien humanas que técnicas, esto debido a que la información viaja de persona en persona por la división lo que retrasa sus cálculos o simplemente no se envía a tiempo por desconocimiento de su importancia. En este sentido se lograron establecer tiempos menores para entregar la información, los cuales se transformaron en compromisos oficiales que deben ser cumplidos de aquí en adelante y que redujeron en 15 días la entrega oportuna de la información.

Mendoza (2005) en su investigación “Diseñar e implementar un sistema de información que procese datos precisos y pertinentes del Balance Metalúrgico a los ejecutivos”; que tuvo como objetivo analizar el método de recolección de datos para comprender la administración de la información, construir un software que

administre la base de datos del balance metalúrgico de minerales para coadyuvar en la toma de decisiones. Quién Llegó a las siguientes Conclusiones: que el nuevo sistema permite manipular la información con mayor confiabilidad y oportunamente para el personal a cargo de realizar la toma de decisiones, coadyuvando así al mejor entendimiento del comportamiento del sistema, considerando que la información es prácticamente registrada en tiempo real al de los procesos que representan.

### **2.1.2 Antecedentes Nacional y local.**

Galindo (2016) señala en su investigación “Aplicación del software PI System en el Control de los parámetros de flotación En minerales sulfurados de cobre” la que tuvo como objetivos “Mejorar el control de los parámetros de operación del circuito de flotación cobre aplicando el software PI System, identificando las fuentes que generan el sobreconsumo de reactivos de flotación y en función a ello reducir el ratio de dosificación de reactivos mediante la implementación de herramientas de monitoreo instantáneo del ratio de consumo en (g/t) y su correlación respectiva con el balance metalúrgico en línea, desarrollado en la plataforma processbook del software PI System. Reducir los sobrecostos en el consumo de reactivos de flotación y mejorar el control operacional de las diversas etapas de los circuitos de flotación, evitando de esta forma eventos operacionales negativos (bajo nivel de celdas, dosificaciones insuficientes u otros) que impidan alcanzar los objetivos de relacionados a la productividad de la planta concentradora. Desarrollar en la plataforma ProcessBook del software PI System las herramientas de control en línea (control de ratio de dosificación, balance metalúrgico) que permita la toma de acciones inmediatas cuando se presenten desviaciones operacionales”. Llegó a las siguientes conclusiones: que con la implementación de los controles de ratios de dosificación de reactivos y el balance metalúrgico en línea; se logra reducir aproximadamente en 16% los ratios (g/t) actuales de consumo y también mejorar el control operacional de los parámetros que están directamente involucrados en alcanzar la performance metalúrgica de la planta. Así se tiene una herramienta que permite detectar de forma inmediata desviaciones operacionales que afecten negativamente a los KPIs objetivos de la Planta. El desarrollo de herramientas de control realizado en la plataforma PI

Process Book del software PI System. Es una de muchos controles en línea que se pueden seguir implementando enfocados en la toma inmediata de acciones ante alguna desviación que impacte negativamente a la performance operativa de la planta. El ahorro en los costos logrados minimizando las desviaciones operacionales mediante la implementación de controles en línea, permite un ahorro de \$ 5,612.3 diarios que anualizados resultan \$ 2, 048,489.5. Lo cual sumado al 0,2% de recuperación adicional que se logra con la implementación del balance metalúrgico en línea se alcanza un beneficio anual de \$ 4, 666,431.60 dólares americanos. La reducción de costos alcanzado, muchas veces pasa desapercibido debido a los altos márgenes que representan otros insumo involucrados directamente en la operacional. Pero ello no debe mermar la actitud de seguir buscando la optimización, debido a que el conjunto de pequeñas acciones, van sumando colectivamente y alcanzado significancia a medida que se van alcanzando los objetivos. Generalmente el sistema PI System es empleado en las plantas concentradoras como una plataforma de visualización, sin embargo cuenta con muchas herramientas que son de fácil implementación en la planta y que tienen gran impacto en la performance metalúrgica de la Planta.

Manrique (2005) afirma en su tesis “En el manejo de Pilas de Lixiviación en Minera Yanacocha S.R.L.” quien tuvo como objetivos mejorar la eficiencia de riego, optimizar el consumo de cianuro y Mejorar los costos por su consumo” y llegó a las siguientes conclusiones: El inventario de oro se incrementa debido a que el mineral no es removido de la pila, ni se cumple con el ratio de solución/mineral (S/O) que es necesaria para tener la recuperación de 72% obtenida a nivel de Laboratorio. La reducción del consumo de reactivos en la fundición y retortas, reduce los costos de fundición. A menor contenido de cianuro libre al final del proceso ocasionará menores gastos para destruir cianuro de los efluentes que van al medio ambiente. La recuperación depende de la cantidad de cianuro que ingresa a la pila, esto aproximadamente se cumple al alcanzar el ratio de 06 S/O. el 50% de oro se recupera a los 21 días después del inicio del riego de la pila. Esta es la etapa de mayor consumo de cianuro. Lixiviar la pila con 50 ppm después de los 30 días no va a recuperar más oro. Con relación al consumo de cianuro y de cal donde concluye además que el costo de cianuro es el 65% de todo el proceso de lixiviación.

## 2.2 Bases Teóricas

### 2.2.1 Sistema de Información

**Definición.** Luza (2010) lo define como un “conjunto de componentes interrelacionados que permiten recopilar, procesar, almacenar y distribuir la información necesaria para apoyar la toma de decisiones, la coordinación y el control en una organización”.

**Metodología de desarrollo,** se utilizará la metodología RUP. Según (Jacobson, 2000), “RUP describe como desplegar efectivamente aproximaciones de desarrollo probadas comercialmente para desarrolladores. Estas aproximaciones son denominadas “mejores prácticas”, no tanto porque se puede cuantificar su valor de forma precisa, sino porque son observadas para ser usadas comúnmente en la industria por organizaciones exitosas”.

RUP. Sabana (2013) afirma: Es un proceso para el desarrollo de sistema Informático con tecnología orientada a objetos. Captura varias de las mejores prácticas en el desarrollo moderno en una forma que es aplicable para un amplio rango de proyectos y organizaciones. Es una guía de cómo utilizar de manera efectiva UML. Provee a cada miembro de un equipo un fácil acceso a una base de conocimiento con guías, plantillas y herramientas para todas las actividades críticas de desarrollo. Crea y mantiene modelos, en lugar de enfocarse en la producción de una gran cantidad de documentación. Se centra en la producción y mantenimiento de modelos del sistema más que en producir documentos. RUP es una guía de cómo usar UML de la forma más efectiva. Existen herramientas de apoyo a todo el proceso: Modelamiento visual, programación, pruebas, etc.

#### **Las características esenciales**

a) Proceso dirigido por casos de uso

Sabana (2013) afirma: “Los casos de uso dirigen y controlan el proceso de desarrollo en su totalidad.”

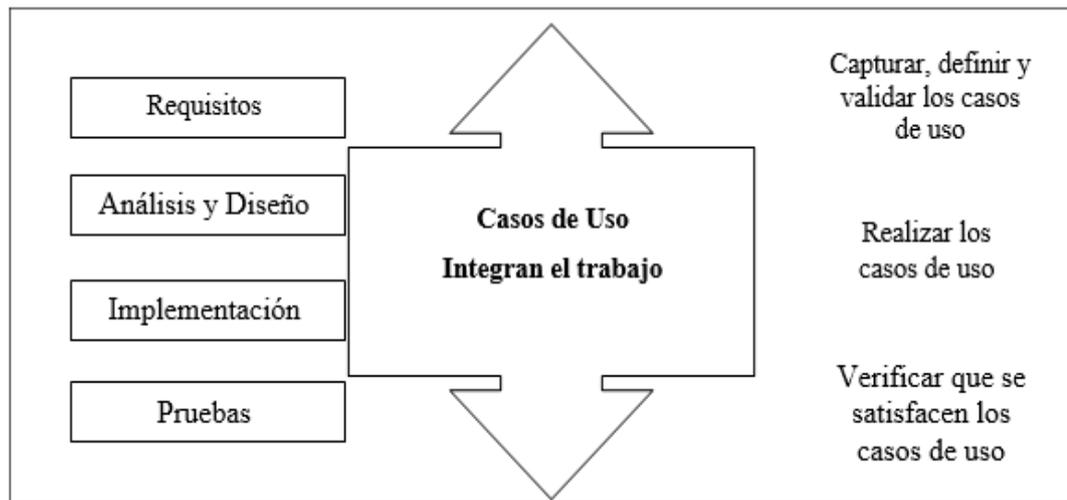


Figura 1. Dirigido por casos de uso

Fuente: Sabana, 2013 UML con Rational Software Architect

#### b) Proceso centrado en la arquitectura.

Sabana (2013) afirma: Es la pieza clave que permite comprender el sistema, organizar el desarrollo y hacer evolucionar el software. Arquitectura de un sistema es la organización o estructura de sus partes más relevantes. Una arquitectura ejecutable es una implementación parcial del sistema, construida para demostrar algunas funciones y propiedades. RUP establece refinamientos sucesivos de una arquitectura ejecutable, construida como un prototipo evolutivo. (Maribel Sabana, 2013). Utilización de un único lenguaje de modelado "UML es adoptado como único lenguaje de modelado para el desarrollo de todos los modelos". Sabana (2013)

La arquitectura involucra los aspectos estáticos y dinámicos más significativos del sistema, está relacionada con la toma de decisiones que indican cómo tiene que ser construido el sistema y ayuda a determinar en qué orden. Además la definición de la arquitectura debe tomar en consideración elementos de calidad del sistema, rendimiento, reutilización y capacidad de evolución por lo que debe ser flexible durante todo el proceso de desarrollo. La arquitectura se ve influenciada por la plataforma software, sistema operativo, gestor de bases de datos, protocolos, consideraciones de desarrollo como sistemas heredados. Muchas de estas restricciones constituyen requisitos no funcionales del sistema. (Jacobson et al. 2000)

### c) Proceso Iterativo e Incremental

El equilibrio correcto entre los Casos de Uso y la arquitectura es algo muy parecido al equilibrio de la forma y la función en el desarrollo del producto, lo cual se consigue con el tiempo. Para esto, la estrategia que se propone en RUP es tener un proceso iterativo e incremental en donde el trabajo se divide en partes más pequeñas o mini proyectos. Permitiendo que el equilibrio entre Casos de Uso y arquitectura se vaya logrando durante cada mini proyecto, así durante todo el proceso de desarrollo. Cada mini proyecto se puede ver como una iteración (un recorrido más o menos completo a lo largo de todos los flujos de trabajo fundamentales) del cual se obtiene un incremento que produce un crecimiento en el producto. (Jacobson et al. 2000)

### Estructuras del Proceso

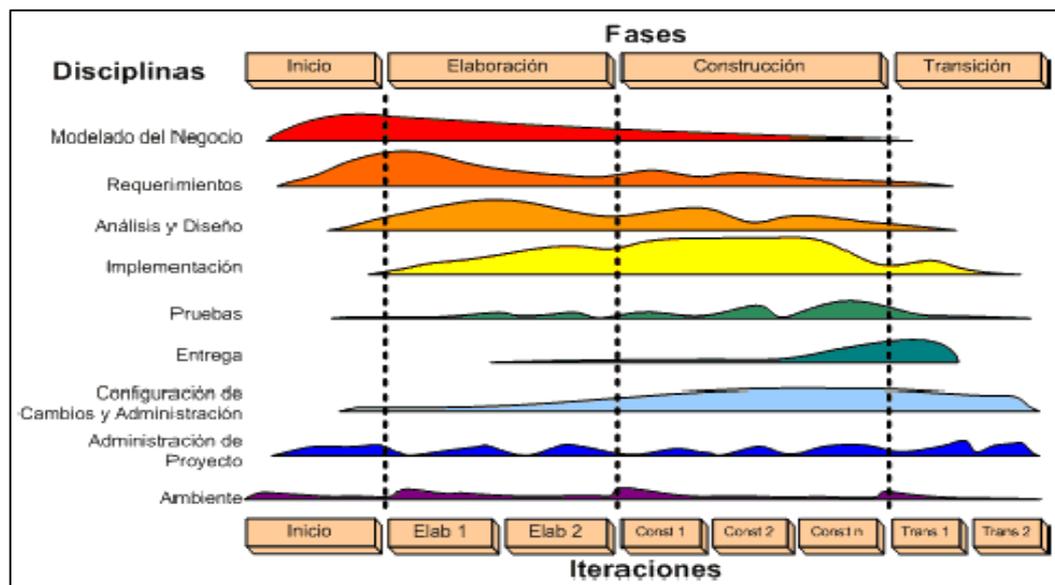


Figura 2. Esfuerzo en actividades según fase del proyecto.

Fuente: El Proceso Unificado de Desarrollo de Software, Addison Wesley, 2000

Estructura Dinámica. Tiempo del desarrollo del software dividido en cuatro fases e iteraciones (Jacobson et al. 2000), a) Inicio, las iteraciones se centran por producir un análisis del negocio y una determinación inicial de los requerimientos. b) Elaboración, Fase de Elaboración, Propósito, Analizar el dominio del problema y Establecer una buena arquitectura, c) Construcción, desarrollar incrementalmente el producto de software completo, el cual estará listo para ser transferido al usuario, d) Transición, implementa el producto a sus usuarios.

Tabla 1. Distribuciones típicas de esfuerzo y tiempo

	Inicio	Elaboración	Construcción	Transición
<b>Esfuerzo</b>	5%	20%	65%	10%
<b>Tiempo dedicado</b>	10%	30%	50%	10%

Fuente: RUP. Mejores prácticas para el desarrollo de Software, Rational Software Corporation, 1998.

Estructura Estática<sup>4</sup> (Jacobson et al. 2000). a) Fases e Iteraciones, responde a la pregunta ¿Cuándo ocurre el proceso?: b) Disciplinas del Proceso, responde a la pregunta ¿Cómo ocurre el proceso y sus detalles?, c) Artefactos (Modelos, reportes, documentos), responde a la pregunta ¿Qué se produce u obtiene?, d) Trabajadores, responde a la pregunta ¿Quién lo hace o se responsabiliza?

RUP utiliza el UML. Es un lenguaje que permite la modelación de sistemas con tecnología orientada a objetos (Schmuller et al. 2000).

---

<sup>4</sup> Flujos de Trabajo de Procesos y Soporte

## Plan a ser Desarrollado

DISCIPLINA	ARTEFACTO	Descripción	INICIO	ELABORACION (iterativa)	CONSTRUCCION (iterativa)	TRANSICION
Modelado del Negocio	Modelo del Dominio	Conceptos básico del dominio y relaciones entre ellos		I		
Requerimientos	Modelo de Casos de Uso	Describe los requerimientos funcionales y aquellos no funcionales relacionados	I	R		
	Visión	Visión general (problema, usuarios, producto) Requerimientos principales	I	R		
	Especificación Complementaria	Describe otros requerimientos	I	R		
	Glosario	Describe la terminología clave	I	R		
Diseño	Modelo de Diseño	Realizar los casos de uso		I	R	
	Documento final de Arquitectura Software			I	R	
	Modelo de Datos			I		
Implementación	Modelo de Implementación (Codificación de Prototipos)			I	R	R
Pruebas	Modelo de Pruebas	Verificar que se satisfacen los casos de uso		I	R	
Gestión del Proyecto	Plan de Desarrollo del Software		I	R	R	R
Entorno	Marco de Desarrollo	Manual de usuario del Sistema	I	R		
I (inicio), R (refinamiento)						

Figura 3. Estructura del plan de desarrollo del Sistema de Información

Fuente: Adaptado de Jacobson et al. 2000

### 2.2.2 Proceso de Lixiviación en botellas de muestras de mineral en Laboratorio

**La lixiviación.** “Llamada también Cianuración, es un proceso hidrometalúrgico que consiste en la disolución de los metales preciosos en soluciones de cianuro alcalinas y su posterior precipitación por cementación o por electrolisis. El cianuro presenta una acción selectiva, atacando preferentemente a los metales preciosos. El principio activo es el ión cianuro (CN<sup>-</sup>)<sup>5</sup>” (La Cadena V.; Coralia, 1998).

**Prueba de Lixiviación en Botella.** “Las pruebas de cianuración en botellas son efectuadas para obtener información preliminar sobre el consumo total de reactivos que intervienen en el proceso de lixiviación tales como el NaCN, CaO. También se puede predecir el porcentaje de recuperación en Au vs tiempo en horas (Lixiviación de minerales, 2012). Con los siguientes parámetros de Prueba: a)

<sup>5</sup> CN<sup>-</sup> : Ión Cianuro, se enlaza fuertemente con muchos metales, especialmente con los de la serie de transición, y a menudo se utiliza para extraerlos de sus mezclas.

Granulometría del mineral, b) El tamaño del mineral que será utilizada en la prueba, es reducido hasta una granulometría de  $\frac{1}{4}$ ", #100, etc. o la que se desea probar. Este material se homogeniza y cuartea, de aquí se toman muestras para la prueba de cada botella y para análisis de cabeza y análisis granulométrico, c) Porcentaje de sólidos, d) 40% (dilución 1,5:1) o 33.3% (D=2:1), e) Fuerza CN<sup>-</sup> : 500ppm, CN<sup>-</sup> = 940 ppm<sup>6</sup> de NaCN o también a otras concentraciones, f) pH<sup>7</sup> de trabajo: 10 – 11, g) Tiempo de agitación: Estándar 12 h, simular en tiempo requerido.

Variables de Operación Experimentales: a) Preparación de muestra, b) La muestra proveniente de mina se clasifica por  $\frac{1}{4}$ " y se tritura en seco por malla -10 y malla -100 respectivamente. Para la prueba experimental es mineral es molido a 98% -100, c) Alcalinidad: Es necesario determinar el medio alcalinizante en el que se va a efectuar el proceso de cianuración para neutralizar la acidez del mineral y consecuentemente proteger el cianuro de la descomposición, d) Dilución de la Pulpa: Puede variar de acuerdo a las características del mineral, Líquido / Sólido = 2/1, e) Concentración de Cianuro, La velocidad de disolución del oro aumenta rápidamente con la concentración de cianuro hasta alcanzar un máximo (La Cadena V.; Coralia, 1998).

### 2.3 Definición de variables

La variable Independiente es el Sistema de Información y la variable dependiente es el proceso de lixiviación de pruebas en botellas.

---

<sup>6</sup> PPM: Proporción de la concentración de una sustancia con respecto a la concentración de otra, como una unidad de soluto disuelta en un millón de unidades de disolvente. Ejemplo 1 ppm puede equivaler a 1 mg de sustancia por kg de sólido.

<sup>7</sup> pH: potencial de hidrógeno, es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución. El pH indica la concentración de iones hidronio [H<sub>3</sub>O]<sup>+</sup> presentes en determinadas disoluciones.

## 2.4 Operacionalización de variables

### 2.4.1 Operacionalización de la variable independiente:

Tabla 2. Operacionalización de la variable independiente

Variable	Dimensión	Indicadores	Índice	Valor
<b>Sistema de Información</b>	Servicios orientados a usuarios	Servicios de accesos	Número de servicios aprobados de ámbito de accesos / Número de servicios requeridos de ámbito de accesos	1
	Protección de la Base de Datos	Copias de respaldo en un servidor externo.	Número de copias de respaldo registradas por el servidor / Número de copias requeridas por el laboratorio	1
	Administración de la Información	Disponibilidad de un director de administración de los procesos de información y los productos de información resultantes	Número de servicios aprobados de administración de datos / Número de servicios requeridos de administración de datos	1

NOTA: /: División

1: 100% de satisfacción #: Total de pruebas

0: Cero errores, Fuente: (Mendoza, 2011)

### 2.4.2 Operacionalización de la variable dependiente

Tabla 3. Operacionalización de la variable dependiente

Variable		Indicadores	Índice	Valor
<b>Proceso de lixiviación de pruebas en botellas</b>	Satisfacción de clientes	Concluyen el servicio en el tiempo prometido	Tiempo de entrega de servicio / Tiempo requerido de servicio	1
	Aumento de la productividad	Los empleados lixivian más pruebas de lo acostumbrado	Número de pruebas realizadas por periodo de tiempo	#
		Tiempo de elaboración de informes consolidados y detallados	Tiempo de proceso del sistema de información / Tiempo requerido	1
	Ayuda en la toma de decisiones	Servicios de consultas e informes	Número de servicios aprobados de consultas e informes/ Número de servicios requeridos de consultas e informes	1
		Contar con avisos de prevención	Número de avisos mostrados por el sistema / Número de avisos requeridos por las pruebas	1
		Calidad de Información	Sumatoria de errores o error de procesos	0

NOTA: /: División 1: 100% de satisfacción #: Total de pruebas 0: Cero errores, Fuente: (Mendoza, 2011)

## 2.5 Matriz de consistencia

Tabla 3 Matriz de consistencia

Variable	Dimensión	Indicadores	Índice	Valor
Sistema de Información	Servicios orientado a usuarios	Servicios de accesos	Número de servicios aprobados de ámbito de accesos / Número de servicios requeridos de ámbito de accesos	1
	Protección de la Base de Datos	Copias de respaldo en un servidor externo.	Número de copias de respaldo registradas por el servidor / Número de copias requeridas por el laboratorio	1
	Administración de la Información	Disponibilidad de un director de administración de los procesos de información y los productos de información resultantes	Número de servicios aprobados de administración de datos / Número de servicios requeridos de administración de datos	1
Variable	Dimensión	Indicadores	Índice	Valor
Proceso de lixiviación de pruebas en botellas	Satisfacción de clientes	Concluyen el servicio en el tiempo prometido	Tiempo de entrega de servicio / Tiempo requerido de servicio	1
	Aumento de la productividad	Los empleados lixivian más pruebas de lo acostumbrado	Número de pruebas realizadas por periodo de tiempo	#
		Tiempo de elaboración de informes consolidados y detallados	Tiempo de proceso del sistema de información / Tiempo requerido	1
	Ayuda en la toma de decisiones	Servicios de consultas e informes	Número de servicios aprobados de consultas e informes/ Número de servicios requeridos de consultas e informes	1
		Contar con avisos de prevención	Número de avisos mostrados por el sistema / Número de avisos requeridos por las pruebas	1
		Calidad de Información	Sumatoria de errores o error de procesos	0

NOTA: /: División 1: 100% de satisfacción #: Total de pruebas

0: Cero errores, Fuente: (Mendoza, 2011)

## CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1 Ubicación geográfica donde se realizó la investigación

La presente investigación se realizó en el Laboratorio Metalúrgico de Minera Yanacocha. La cual se ubica en La Quinua Este, aproximadamente a la altura del kilómetro 38 pasando el lugar de Porcón Alto. El tiempo o época en la cual se realizó la investigación, fue durante el tiempo que el mismo investigador estuvo trabajando en dicho laboratorio, desde el año 2008, concluyendo con el aplicativo el año 2010, después del cual se vino administrando el aplicativo hasta la actualidad.

### 3.2 Procedimiento.

El desarrollo de la metodología que se utilizará es RUP siguiendo las siguientes disciplinas: Modelado de negocio, Requerimientos, Diseño, Implementación, Pruebas, Gestión del Proyecto y Entorno.

#### 3.2.1 Descripción del negocio

##### 3.2.1.1 Recepción de Muestras

En la sala de preparación, se reciben las muestras por el encargado de recepción de muestras del Laboratorio Metalúrgico, Por cada nombre de proyecto se reciben normalmente varias muestras, las cuales se registran en un folder físico, el cliente deja un memorándum donde se indican las pruebas metalúrgicas<sup>8</sup> que se desean, el peso, el taladro es decir la profundidad de donde se extrajo el mineral, las coordenadas, el nombre del proyecto, además se registran datos como el estado líquido, sólida o pulpa. Si las condiciones indicadas en el memorándum no son las recibidas, la muestra es rechazada; además, el supervisor recibe el visto bueno del encargado de las muestras y da conformidad. El encargado informa la conformidad al cliente<sup>9</sup>.

---

<sup>8</sup> Prueba metalúrgica: Es un tipo de prueba de laboratorio, entre ellas tenemos Lixiviación en botellas, lixiviación en columnas.

<sup>9</sup> El cliente: Geología, planta de procesos y proyectos

### 3.2.1.2 Preparación de muestras

Cada muestra designada para pruebas metalúrgicas de lixiviación en botellas, es sometida a diferentes granulometrías para ver el comportamiento de extracción de los metales preciosos. El supervisor encargado y preparador definen la preparación de cabezas de la muestra<sup>10</sup>

#### A. Envío de cabezas de mineral de la muestra

El preparador de muestras, antes de realizar cualquier prueba, extrae porciones representativas de la muestra para enviar al Laboratorio Químico para los análisis químicos de mineral, de donde se obtiene las características de los elementos a analizar, principalmente el oro, plata, cobre entre otros elementos de la tabla periódica, lo cual determinará la cantidad de botellas a lixiviar. Ver la tabla siguiente.

Tabla 4. Envío de cabezas de mineral

N°	Elementos a analizar										
	Au	Ag	Cu	Cu CN	Au CN	C total	C res	S S2	S SO <sub>4</sub>	S total	Condi ciones
<b>1</b>	0.94	0.26	96.45	61.9	0.62	0.09	0.02	0.07	0.72	1.05	<b>6 bot.</b>
<b>2</b>	1.29	0.18	58.21	3.38	0.98	0.05	0.02	0.1	1.78	1.88	<b>6 bot.</b>
<b>3</b>	0.78	0.10	99.85	2.88	0.70	0.02	0.02	0	0.23	0.23	<b>3 bot.</b>
<b>4</b>	0.38	0.04	59.78	2.2	0.29	0.02	0.02	0.03	1.16	1.19	<b>3 bot.</b>
<b>5</b>	0.09	0.20	98.59	81.6	0.03	0.02	0.02	4.34	0.9	5.24	<b>No lixiv.</b>
<b>6</b>	0.19	0.11	97.42	86.6	0.05	0.02	0.02	4.90	0.17	5.72	<b>No lixiv.</b>
<b>7</b>	0.16	0.16	75.51	64.6	0.04	0.02	0.02	4.78	0.42	5.53	<b>No lixiv.</b>
<b>8</b>	0.11	0.14	46.53	4.69	0.11	0.09	0.02	0	0.15	0.15	<b>3 bot.</b>

Fuente: Adaptado de los documentos de análisis de mineral del Laboratorio Metalúrgico

Las condiciones de pruebas en botella a lixiviar descritas en la tabla anterior se muestran en la tabla siguiente:

<sup>10</sup> Cabezas de muestras: son las partes tomadas de cada muestra registrada para ser enviada al Laboratorio metalúrgico y así determinar cuántas pruebas realizar por muestra.

Tabla 5. Condiciones de cada prueba a Lixiviar

N°	Condiciones	1° Botella	2° Botella	3° Botella	4° Botella	5° Botella	6° Botella
<b>1</b>	<b>6 botellas</b>	10mesh/ 50 ppm	10mesh/ 150 ppm	65mesh/ 50 ppm	65mesh/ 150 ppm	200mesh /50 ppm	200mesh /150 ppm
<b>2</b>	<b>6 botellas</b>	10mesh/ 50 ppm	10mesh/ 150 ppm	65mesh/ 50 ppm	65mesh/ 150 ppm	200mesh /50 ppm	200mesh /150 ppm
<b>3</b>	<b>3 botellas</b>	10mesh/ 50 ppm	65mesh/ 50 ppm	65mesh/ 150 ppm			
<b>4</b>	<b>3 botellas</b>	10mesh/ 50 ppm	65mesh/ 50 ppm	65mesh/ 150 ppm			
<b>5</b>	<b>No lixiviar</b>						
<b>6</b>	<b>No lixiviar</b>						
<b>7</b>	<b>No lixiviar</b>						
<b>8</b>	<b>3 botellas</b>	10mesh/ 50 ppm	65mesh/ 50 ppm	65mesh/ 150 ppm			

Fuente: Adaptado de los documentos de análisis de mineral del Laboratorio Metalúrgico

#### B. Preparación de la muestra.

La preparación de la muestra pasa por los siguientes procesos: Tamizado, chancado, cuarteo, pulverizado y cargado; de acuerdo al tipo de prueba de lixiviación en botellas, este tipo de prueba describe la granulometría del mineral de acuerdo al número de malla (generalmente es 10, 65 y 200), la fuerza de cianuro CN- (generalmente es 50, 500 y 1000 ppm); además se decide el tiempo a lixivarse, y la concentración de agua para la dilución de la Pulpa (1:1, el mismo peso de agua que la muestra o 1:1.5, es decir 1.5 del peso de la muestra).

#### C. Envío de cabezas de mineral de las pruebas.

El preparador de muestras, luego de preparar la muestra, procede a enviar al Laboratorio Químico una muestra de cada prueba, para el análisis químico de mineral; paralelamente carga las pruebas a lixivarse y envía pruebas cargadas y guarda contra muestras de cabezas. Los tipos de pruebas son definidos normalmente por el supervisor.



#### D. Envío de colas de mineral de las pruebas.

Luego de haber finalizado la lixiviación de las pruebas de mineral en botellas, el encargado d lixiviación envía las pruebas descargadas a preparación de muestras, donde se descarga el mineral de las pruebas realizadas a la muestra, se procede a sacar la solución del mineral de la botella, ponerla en un proceso de sacado y enviarla al Laboratorio para sus análisis de colas, guardando contra muestras. El laboratorio químico envía los resultados de análisis de colas, el preparador lo registra.

#### E. Guardar contra muestras.

Es el proceso de sacar muestras duplicadas. Con ello se asegura de realizar otra prueba en el caso de que la primera falle por cualquier motivo. Se guarda una prueba por cada prueba de la muestra, muestras de cabezas y de colas para realizar repeticiones de los análisis químicos de mineral, también se guardan repeticiones de las muestras de metales en solución. Siempre se guardan contra muestras.

### 3.2.1.3 Lixiviación en botellas.

#### A. Alcalinización de las pruebas.

El área de lixiviación recibe las pruebas en botellas cargadas con mineral, se agrega agua de acuerdo al tipo de relación liquido / sólido definido para empezar el proceso de dilución de la muestra, se mide y registra el pH inicial de la muestra; si la prueba está ácida, se agregará Cal y se hace rodar<sup>11</sup> por 5 minutos en los rodillos<sup>12</sup>; este proceso continúa hasta que la prueba llegue a un pH aproximado de 10.5. Finalmente los datos de: Cal, pH inicial denominado de mineral, el pH final denominado de parada, el cianuro de sodio calculado por medio de una fórmula química, el peso actual de la prueba y el factores de nitrato de plata<sup>13</sup> que le corresponde; se registran en el formato para 0 horas de lixiviación en botellas.

---

<sup>11</sup> Las botellas cargadas con mineral y agua dan vueltas en los rodillos

<sup>12</sup> Son equipos mecánicos acondicionados con ejes largos para sostener el rodamiento de las botellas

<sup>13</sup> AgNO<sub>3</sub>: Nitrato de plata

#### B. Preparación de factores de nitrato de plata.

Su compuesto químico es  $\text{AgNO}_3$ , estos factores son preparados de acuerdo a la fuerza de cianuro de la prueba.

#### C. Agitación de las pruebas.

Las botellas se colocan en los rodillos donde tienen periodos de agitación.

#### D. Lixiviación de pruebas en botellas.

Es un proceso que se inicia inmediatamente después del proceso de alcalinización, se crean hojas en formatos de Excel para cada grupo de pruebas a lixiviar, los formatos son definidos por la hora de inicio y por las muestra-s de cada proyecto, se pueden iniciar varios proyectos; añadiendo a esto que las pruebas tienen diferentes tiempos de lixiviación. Se inicia la lixiviación por medio de la agitación de las pruebas en botellas, se realizan en rodillos, luego cada cierto periodo de agitación se proceden a retirarlas de los rodillos; mientras se retiran comienzan a sedimentarse<sup>14</sup>; luego, se extraen muestras de solución<sup>15</sup> de las pruebas. Si la prueba no ha sedimentado se extrae una muestra y se procede a centrifugarla<sup>16</sup> y se vuelve a extraer a esta muestra la solución, la parte sólida y sobrante de la solución se retorna a la prueba; Luego, de la muestra extraída una parte es titulada<sup>17</sup> donde se mide el pH, las horas lixiviadas, se pesan los factores de nitrato, los volúmenes de titulación y nitrato. La otra parte de la muestra extraída es enviada al laboratorio químico para realizar los análisis de metales en solución. Se cuenta con fórmulas que indican la cantidad de cianuro de sodio y de cal a agregar. Este proceso se repite a las 4, 8, 24,...n horas, hasta llegar a las horas establecidas de lixiviación en cada grupo de pruebas. Cada vez que se realiza la titulación si no finaliza la lixiviación se compensan los pesos de los reactivos de cianuro y de cal, luego se registra el peso de cada prueba finalmente se repone con agua el peso faltante

---

<sup>14</sup> Sedimentar: Son los sólidos que tras haber estado suspensos en el líquido se posan en el fondo del recipiente.

<sup>15</sup> Solución: Preparado líquido que contiene una o varias sustancias químicas solubles.

<sup>16</sup> Centrifugar: Aplicar una fuerza centrífuga a una sustancia para separar componentes mezclados

<sup>17</sup> Titular: Determinar el valor de algo

debido a la extracción de la muestra en solución denominada también muestra de ensaye. Si finaliza el proceso de lixiviación, se procede a descargar las pruebas y se envían al laboratorio químico muestras para realizar los análisis de colas de mineral de lo contrario se vuelve a agitar en los rodillos. Las pruebas de lixiviación en botellas son efectuadas para obtener información preliminar sobre el consumo total de los reactivos de cianuro de sodio y cal. También se puede predecir el porcentaje de recuperación de los metales preciosos como Au, Cu, Ag entre otros vs tiempo en horas, con los parámetros de Prueba ya mencionados. La lixiviación de las pruebas de máxima extracción finalizan cuando han llegado al nivel máximo de extracción del metal, para lo cual deben estar en coordinación con el área de Balance metalúrgico o el área de análisis de datos y emisión de reportes. La carga laboral en esta área es complicada debido a que se debe tardar pocos minutos entre intervalos de titulación de las muestras, lo que hace casi imposible llevar un control de errores en tiempo real, sobre todo cuando una prueba ya no necesita seguir lixivándose debido a que ya llegó a su máxima extracción de los metales provistos o que la prueba fue contaminada y necesita repetirse a tiempo; errores como estos se detectan cuando se tiene los resultados finales por el analista de muestras. La lixiviación finaliza con el envío de pruebas a descargar.

Las muestras líquidas enviadas al laboratorio químico, son para obtener las leyes de metales en solución. Estas muestras se envían cada cierto número de horas (2, 4, 8, 24,...) durante el proceso de lixiviación de las pruebas de mineral en botellas.

#### 3.2.1.4 **Balance metalúrgico**

##### A. Verificación de resultados.

Se inicia con la recolección de resultados de pruebas que han finalizado la lixiviación, los análisis de mineral obtenidos del laboratorio químico por preparación de muestras; luego el analista verifica las leyes de análisis de mineral y análisis de metales en solución recibidas. Si no se tiene todos los

resultados, solicita al laboratorio químico las leyes faltantes, luego de recibidas los resultados faltantes se procede a actualizar los resultados.

#### B. Detección y corrección de errores.

Una vez que se tiene todos los resultados, el analista elabora reportes preliminares; luego verifica cada reporte, prueba por prueba. Procede a través de algoritmos a determina posibles errores entre los resultados finales del mineral y las diferentes pruebas diarias que se han realizado a una muestra. Se inicia con la observación de las extracciones de los metales en solución obtenidos en cada hora registrada; puesto que, el porcentaje de extracciones deben aumentar. Comparar el cianuro de sodio agregado con el cianuro de sodio calculado, ambos resultados deben ser similares. Analizar que el pH debe mantenerse en promedio en 10.5, lo cual determina la cal agregada durante el proceso. Si los porcentajes de la diferencia de los análisis de cabezas de mineral y las cabezas calculadas del mineral al final del proceso de lixiviación, tienen un porcentaje mayor a 10% o menor a 10% ésta prueba se vuelve a repetir, puesto que se considera error no aceptable. Solo es aceptable un error entre el -10% al 10%. Este porcentaje de aceptación involucra a los resultados finales de extracciones de metales en solución, pesos de colas del mineral.

Código de Botella : 28289 - 002		
CN: 150 MALLA: 10 M		
METALES :	ORO [ppm]	
ENSAYES :	Ensaye 1	Ensaye 2
CABEZAS :	0.6165	0.6165
COLAS :	0.1105	0
REC. ENSAYADA :	82.08	100.00
REC. CALCULADA :	81.82	100.00
METAL EN COLA :	0.06	0.00
METAL TOTAL :	0.31	0.25
DIFERENCIA :	0.26	0.00
METAL EN COLA :	0.055	0.000
Metal en Soluc. :	0.250	0.250
METAL TOTAL :	0.305	0.250
CAB. ENSAYADA :	0.6165	0.6165
CAB. CALCULADA :	0.608	0.497
ERROR [ % ] :	-1.4	-24.0

Figura 7. Diferencia de cabezas de metales

Fuente: Propia

Fuerza de Cianuro / Malla	ORO					
	LEYES [ppm]			EXTRACCION [%]		
	CABEZA E	CABEZA C	COLA	24 HORAS	48 HORAS	FINAL
150 ppm / -10M	0.617	0.608	0.111	74.8	75.4	81.8
150 ppm / -65M	0.617	0.574	0.077	83.3	86.7	86.7
1000 ppm / -65M	0.617	0.613	0.075	84.9	87.8	87.8

Figura 8. Pruebas ordenadas en función a cianuro y malla  
Fuente: Reporte del Sistema implementado en el Laboratorio

Finalmente se comparan todas las pruebas realizadas a una muestra, ordenándolas de acuerdo a la fuerza cianuro y número de malla como se muestra en la siguiente imagen; en donde se puede ver que la extracción de oro es mayor a medida que aumenta la fuerza de cianuro. Por lo tanto una prueba ha finalizado su proceso siempre y cuando tenga errores aceptables y el porcentaje de extracción de metales preciosos sea mayor a medida que le adicione más cianuro como se muestra en figura siguiente.

La Detección de errores actualmente se da al final de la lixiviación, después de haber invertido tiempo y material en la prueba. El analista informa los resultados de análisis en un reporte al supervisor encargado quien a su vez informa el plan a tomar. Cuando se encuentra un error normalmente se corrige con la repetición de la prueba, esto debido a que no se corrige los errores en el proceso de desarrollo de la prueba. La corrección de errores se hace mediante las contra muestras, se solicita al Laboratorio Químico una relectura de los análisis que el analista considera necesarios, con la finalidad de corregir el error de la prueba lixiviada. Normalmente cuando la prueba es contaminada, se perdió pulpa más de 10% se procede a repetir la lixiviación. La corrección de errores finaliza con la elaboración del reporte de las pruebas terminadas y su envío al supervisor encargado.

### 3.2.1.5 Emisión de reportes.

El supervisor encargado realiza los reportes para los clientes, luego los el administrador del laboratorio da la aprobación final de salida del reporte. Los reportes son por prueba; donde se detallan hasta las formulas químicas o matemáticas empleadas en sus resultados. Se muestran las extracciones de los metales preciosos a diferentes niveles de solución cianurada, tamaño de malla, etc. ver el comportamiento en el tiempo de la extracción de los

minerales preciosos; También se reportan los resúmenes de cada prueba que se le aplicó a cada muestra.

### 3.2.2 Modelo de casos de uso del negocio

#### 3.2.2.1 Actores del negocio

Tabla 6. Actores del negocio

Ítem	Actor de negocio	Descripción
AN1	 <p>LAB-QUÍMICO</p>	Encargado de realizar los análisis químicos de muestras de mineral y de metales en solución
AN2	 <p>GEOLOGÍA</p>	Cliente que solicita lixiviar muestras de mineral al Laboratorio metalúrgico
AN3	 <p>PLANTA DE PROCESOS</p>	Cliente que solicita lixiviar muestras de mineral al Laboratorio metalúrgico
AN4	 <p>PROVEEDOR</p>	Son los que suministran los materiales químicos metalúrgicos para el proceso de lixiviación de pruebas

Fuente: Propia

## 3.2.2.2 Casos de uso del negocio

Tabla 7. Casos de uso del negocio

Ítem	Caso de Uso de Negocio	Descripción
CUN01	 <p><b>Recepción de muestras</b></p>	Proceso de registrar las muestras de los clientes
CUN02	 <p><b>Preparación de la muestra</b></p>	Es el proceso de preparar la una prueba para ser lixiviada, involucra el envío de muestras de cabezas, al laboratorio químico.
CUN03	 <p><b>Alcalinización de pruebas</b></p>	Es el proceso de asignación de agua para luego ser alcalinizada una prueba para luego dar inicio a la lixiviación.
CUN04	 <p><b>Lixiviación de pruebas en botellas</b></p>	Es el proceso de agitación de las pruebas en los rodillos, tomar muestras de solución cada intervalo de tiempo y titularlas.
CUN05	 <p><b>Envío de colas de mineral</b></p>	Es el proceso de preparar la muestra luego de ser lixiviada y enviarla al laboratorio químico para ser analizada.
CUN06	 <p><b>Verificación de resultados</b></p>	Es el proceso de verificar que todos los resultados correspondientes a una prueba estén completados.
CUN07	 <p><b>Detección y corrección de errores</b></p>	Es el proceso de seguimiento que se hace a las pruebas. Incluye controles de tiempo de ejecución de pruebas así como alertas de irregularidades.

Fuente: Propia

### 3.2.2.3 Objetivos del negocio

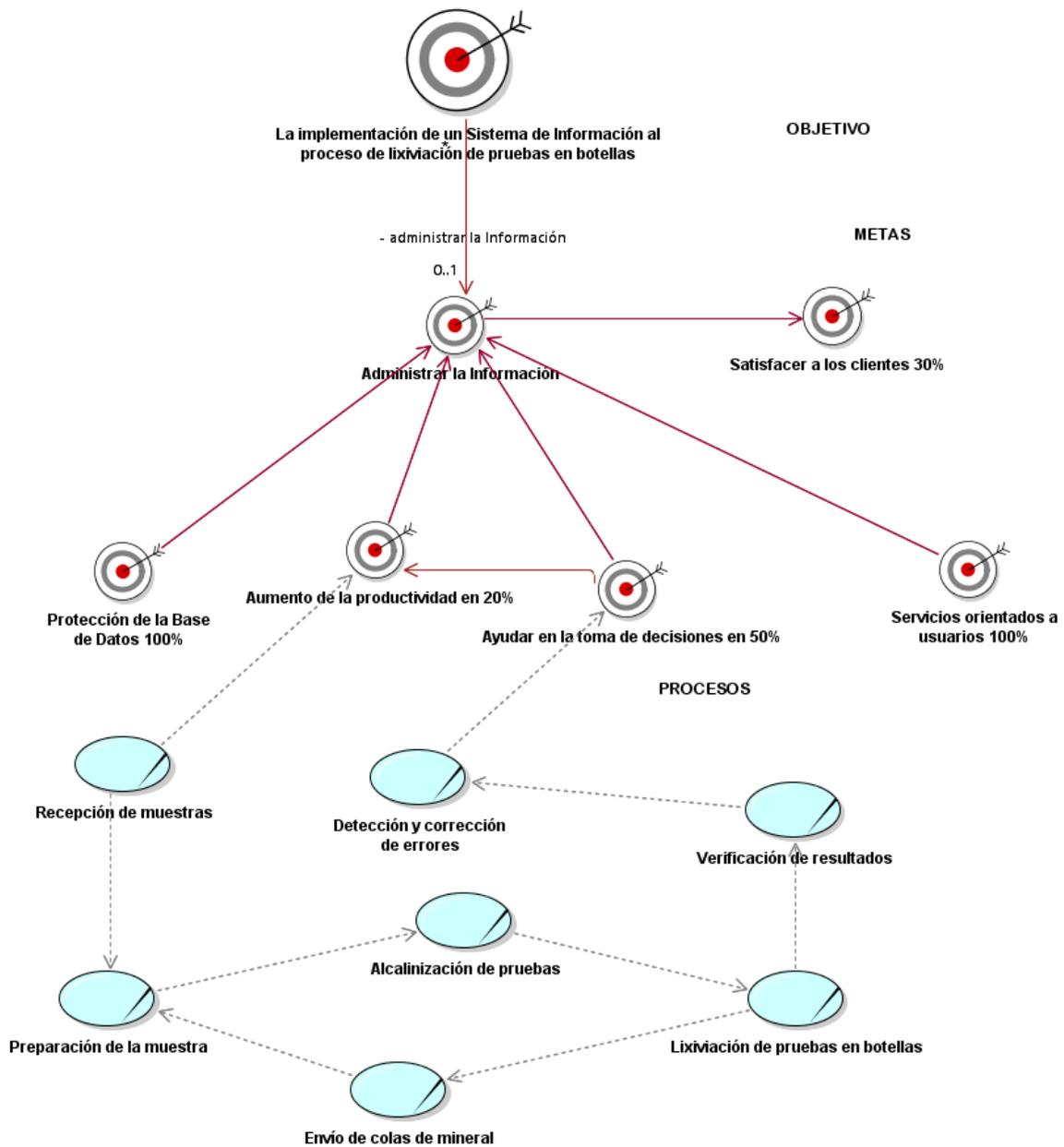


Figura 9. Objetivos  
Fuente: adaptado (Córdova, 2014)

### 3.2.2.4 Diagrama de caso de uso del negocio

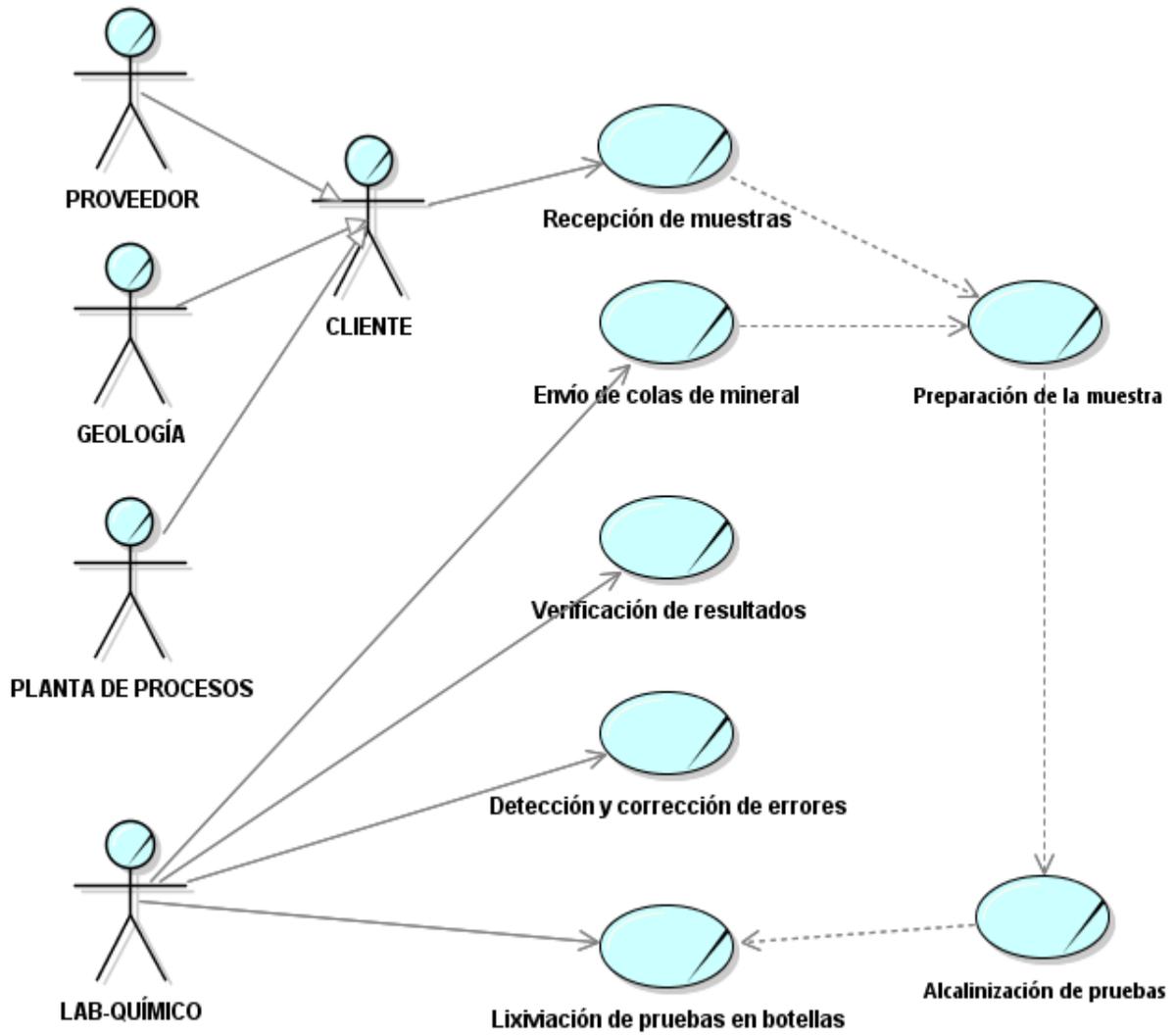


Figura 10. Caso de uso  
Fuente: Propia

### 3.2.3 Modelo de análisis del negocio

#### 3.2.3.1 Trabajadores del negocio

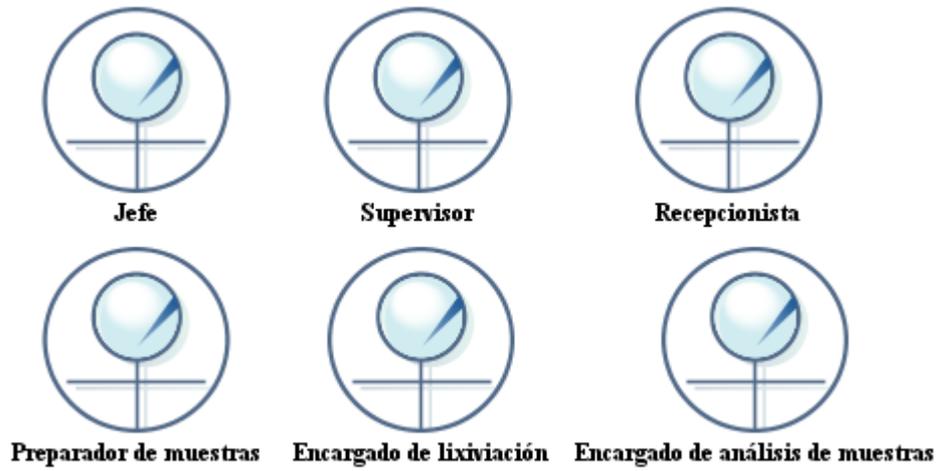


Figura 11. Trabajadores  
Fuente: propia

### 3.2.3.2 Entidades del negocio

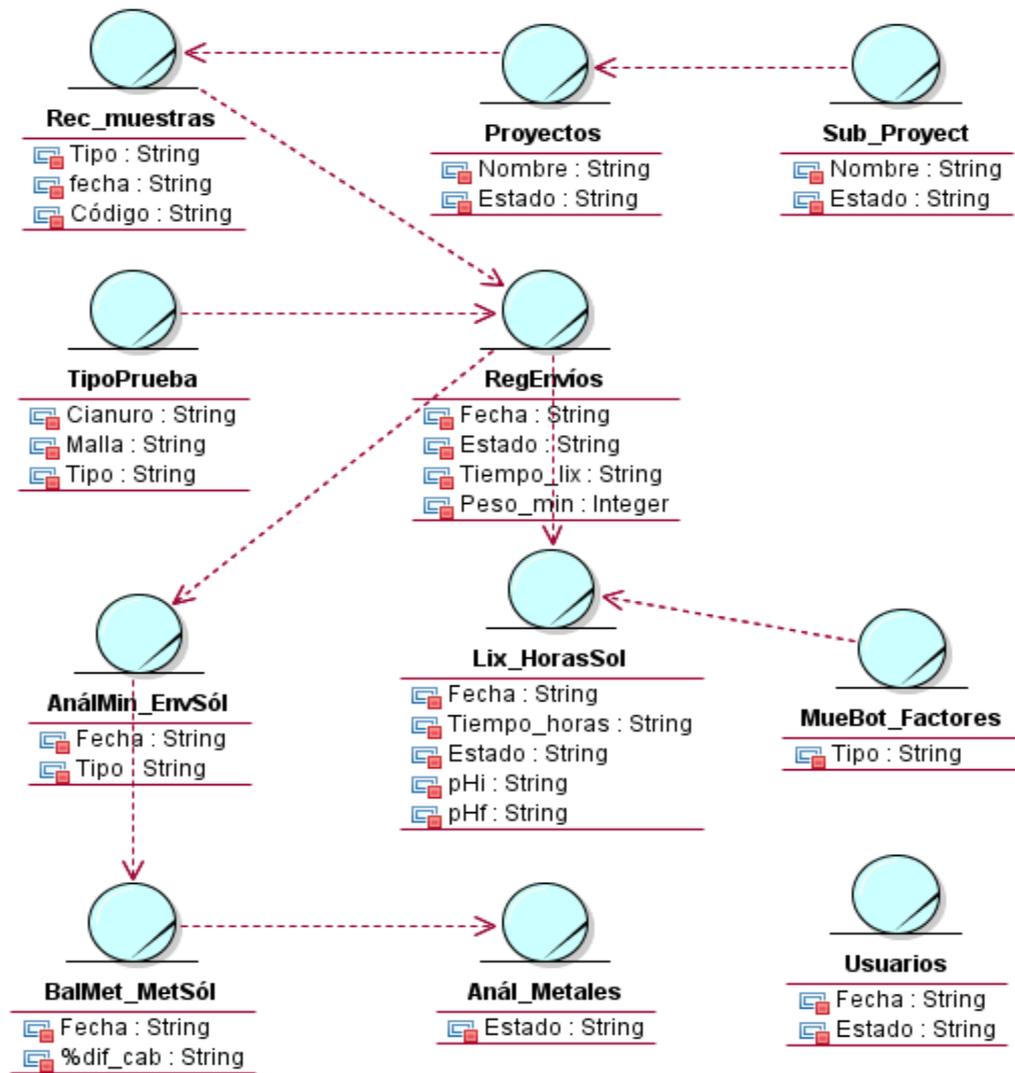


Figura 12. Entidades  
Fuente: propia

### 3.2.3.3 Diagramas de actividades

#### A. Recepción de muestras

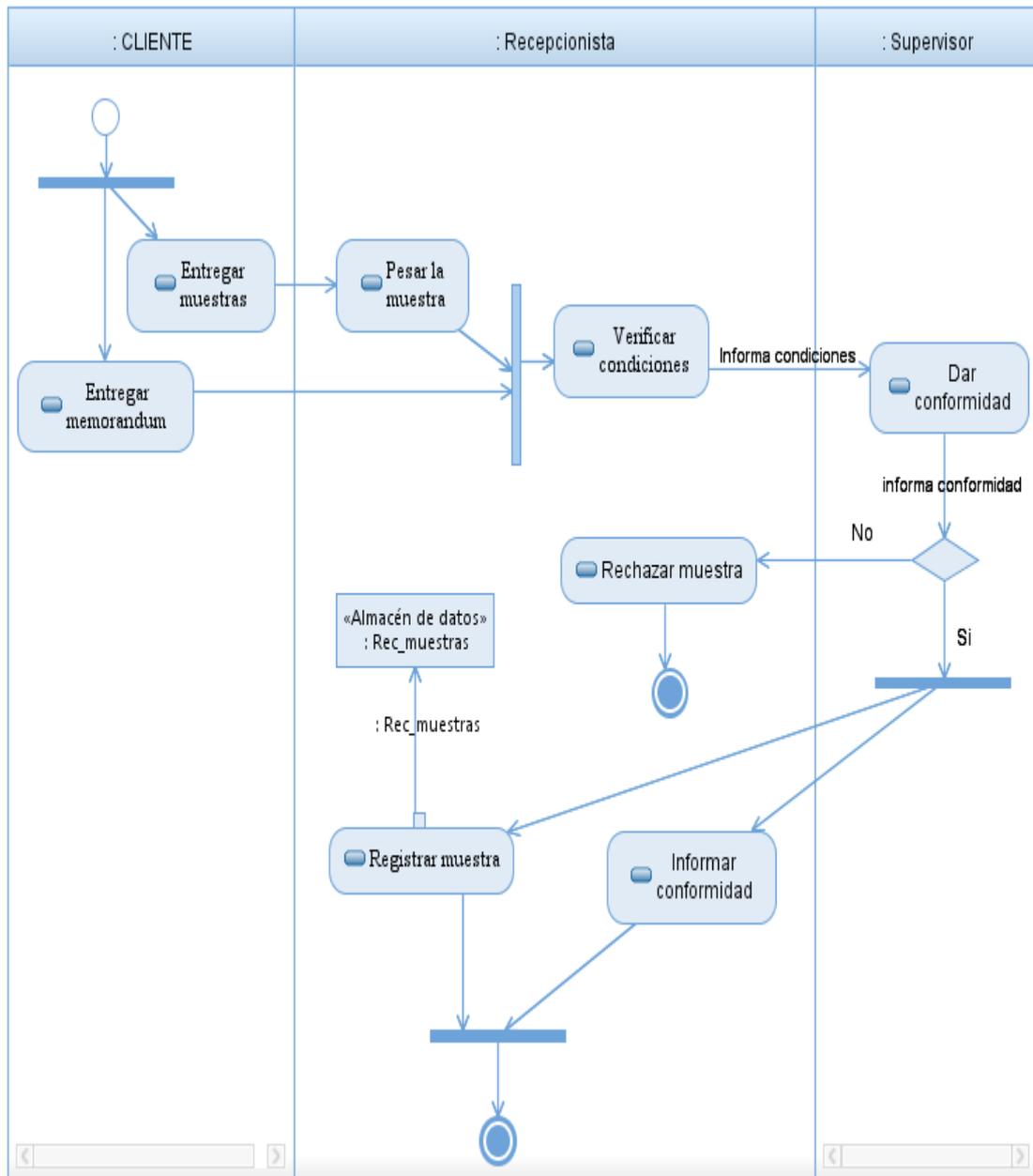


Figura 13. Recepción de muestras  
Fuente: propia

B. Preparación de muestras

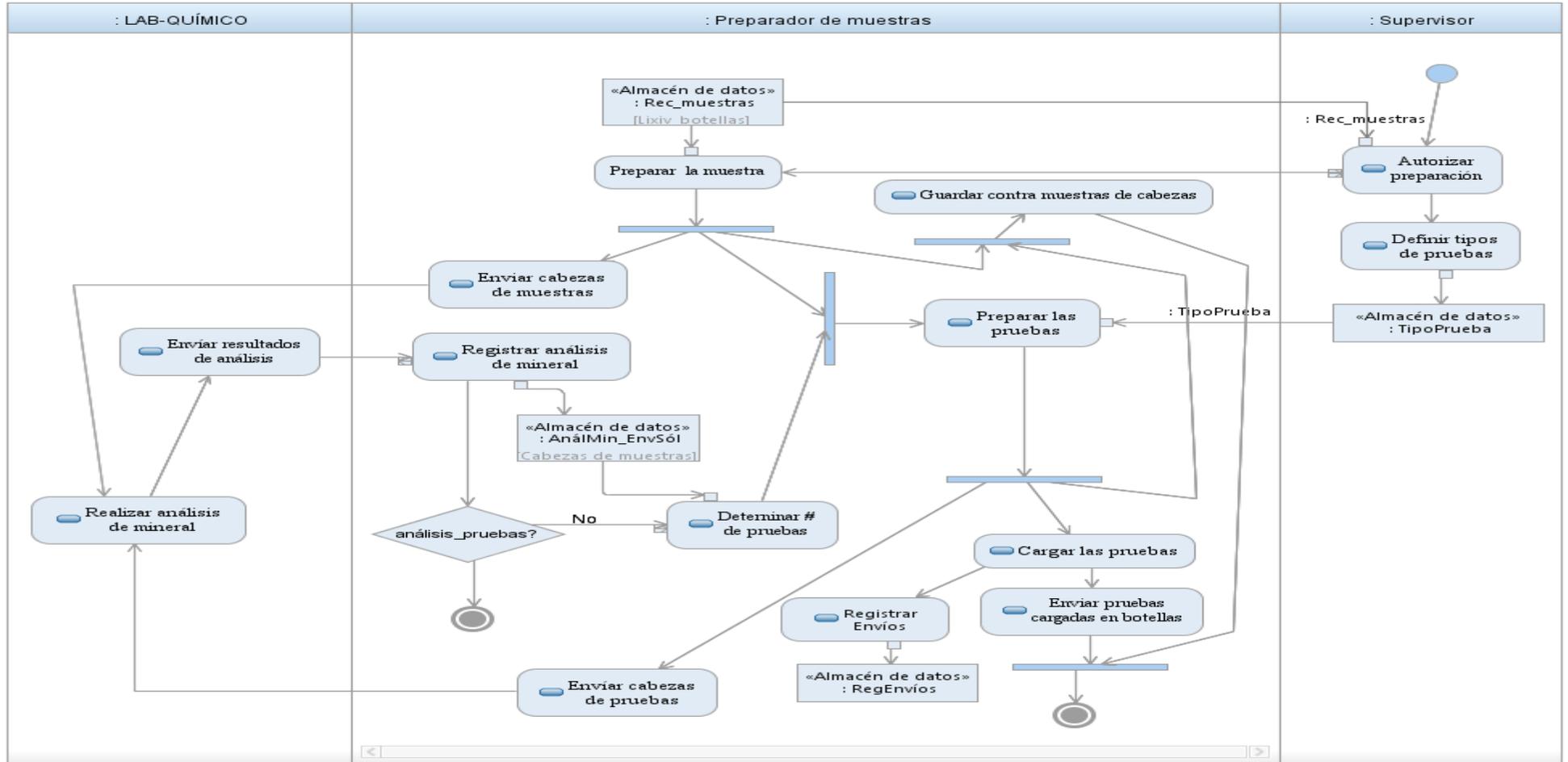


Figura 14. Preparación  
Fuente: propia



## D. Lixiviación de pruebas en botellas

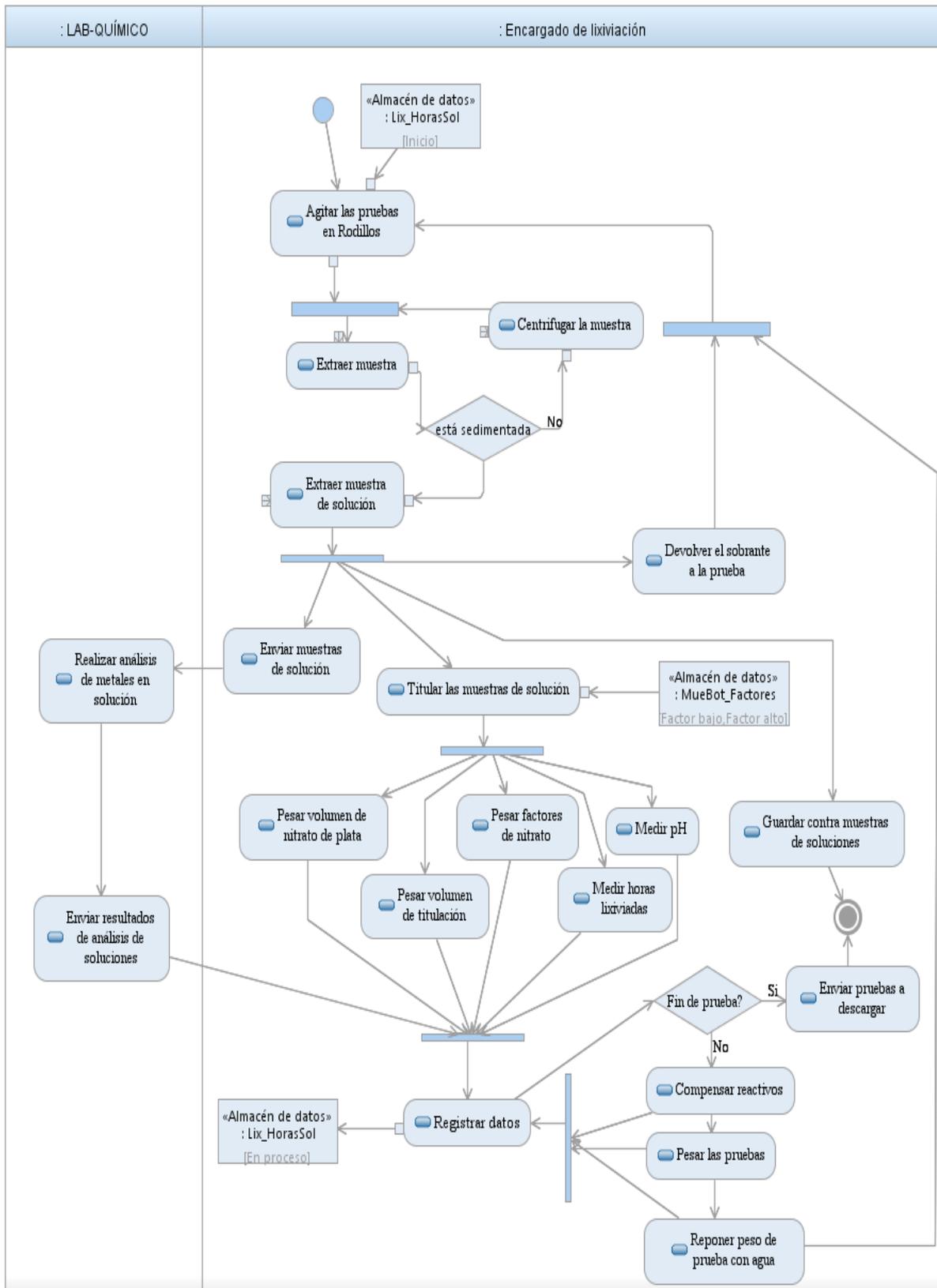


Figura 16. Lixiviación de pruebas

Fuente: Propia

## E. Envío de colas de mineral

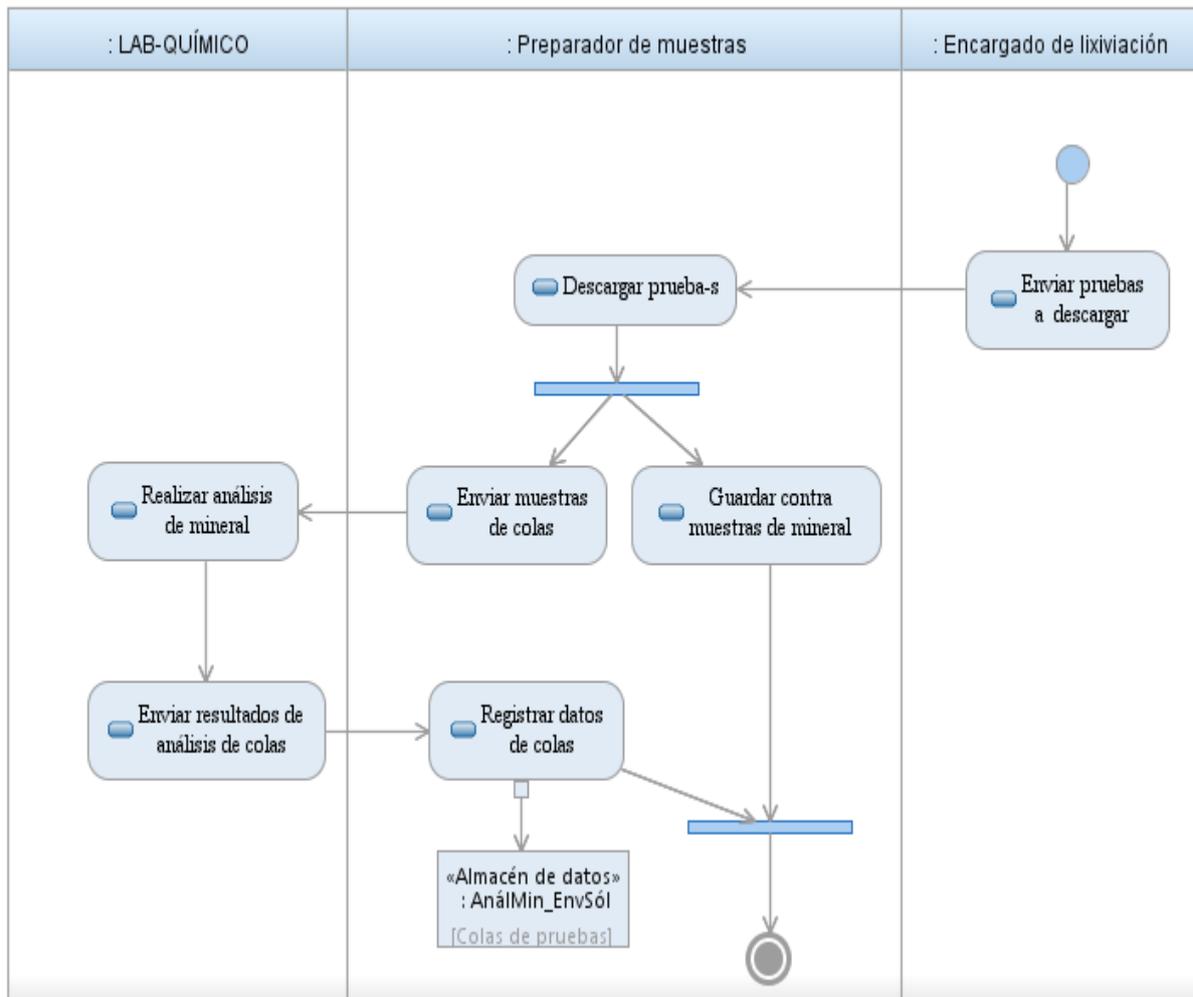


Figura 17. Envío de colas  
Fuente: Propia

F. Verificación de resultados

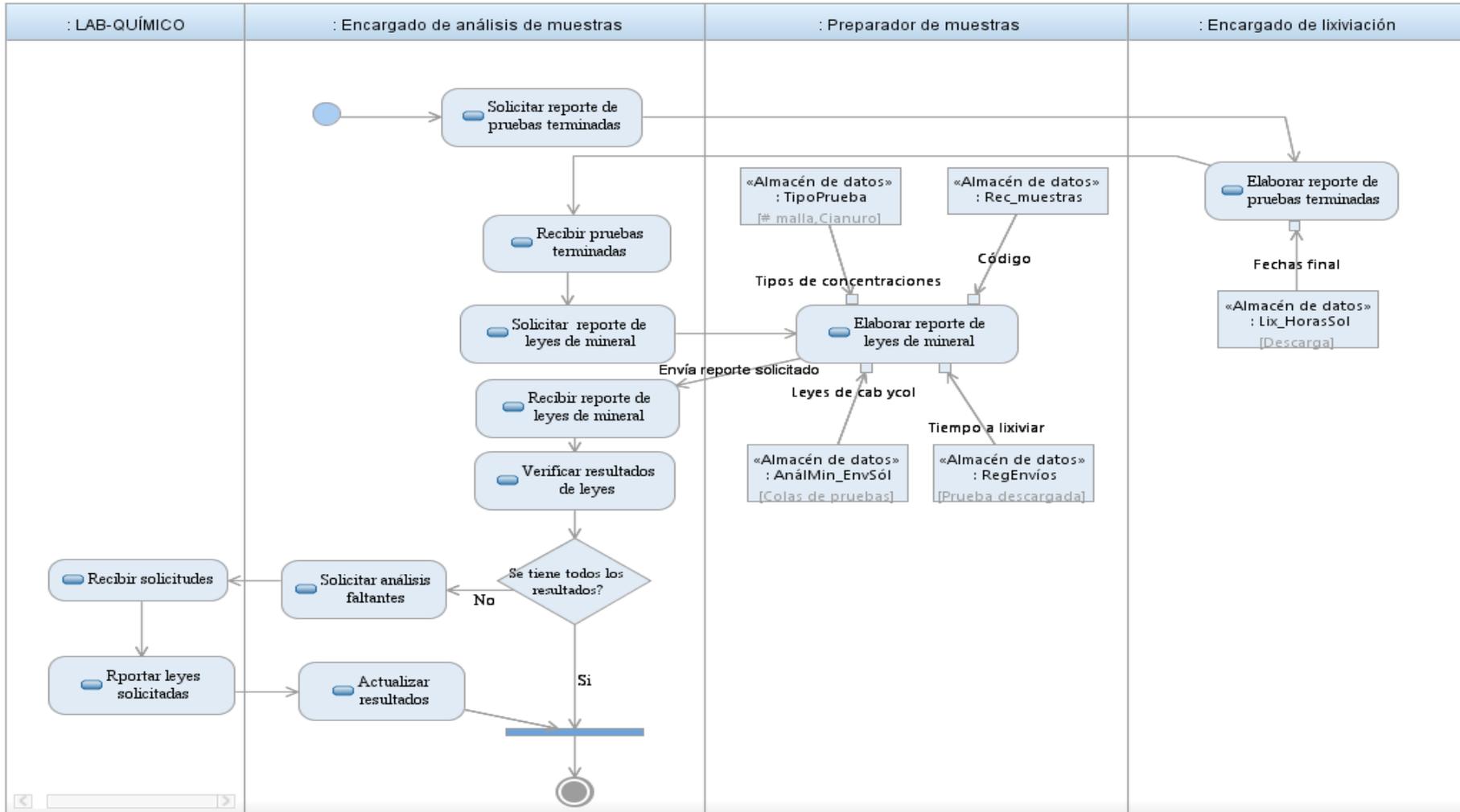


Figura 18. Verificación de resultados  
Fuente: Propia

### G. Detección y corrección de errores

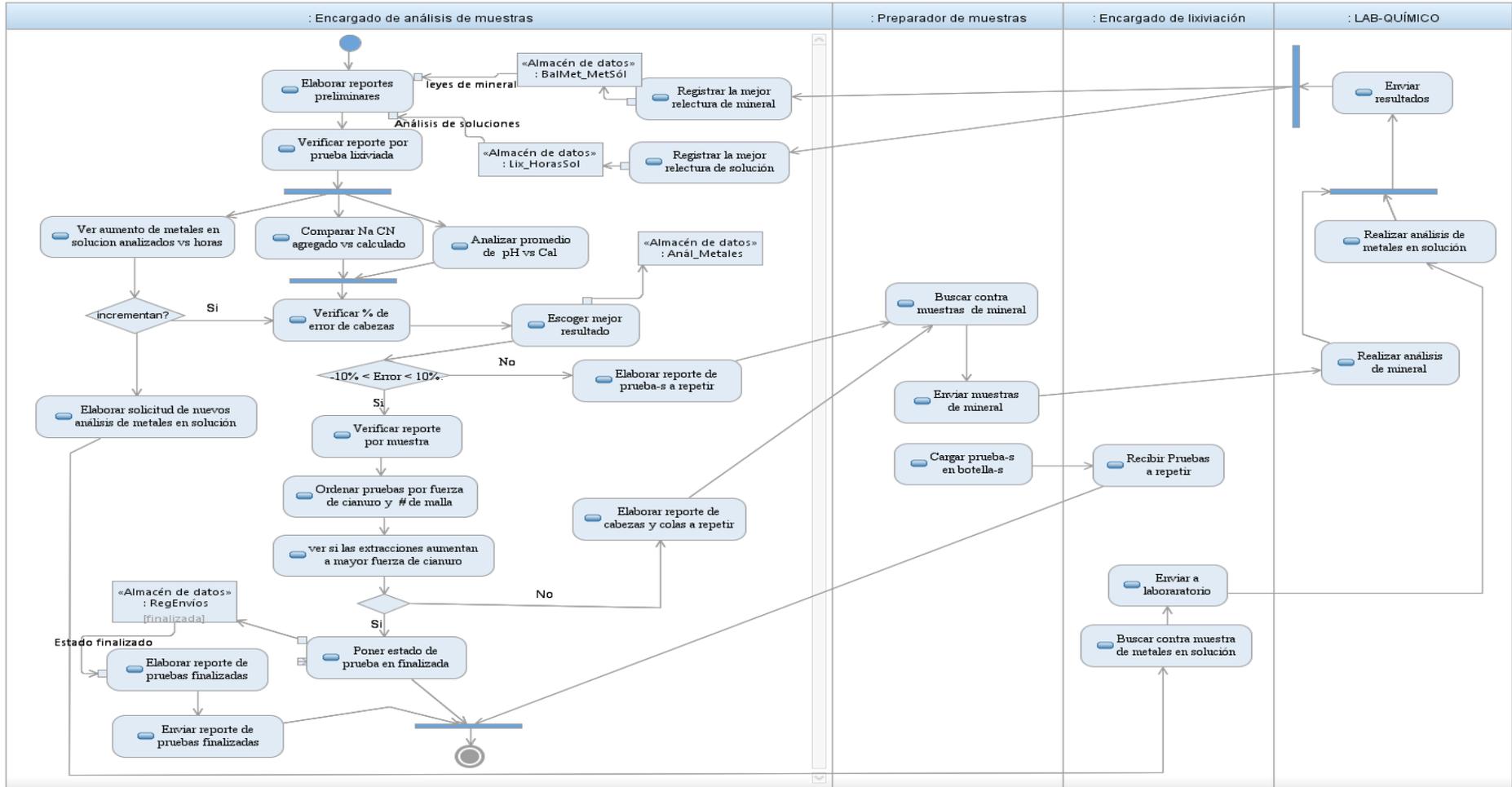


Figura 19. Detección y corrección de errores  
Fuente: Propia

### 3.2.4 Captura de requerimientos

#### 3.2.4.1 Modelo de Casos de Uso

##### A. Requerimientos funcionales

Tabla 8. Requerimientos funcionales

Cód.	Nombre del Requerimiento	Cód.	Caso de Uso	Actor
RF1	El sistema debe permitir registrar las muestras de sus clientes	CU01	Registrar muestras	Recepcionista
RF2	El sistema debe permitir registrar los proyectos de sus clientes	CU02	Registrar proyectos	Recepcionista
RF3	El sistema debe permitir registrar los detalles de los proyectos de sus clientes	CU03	Registrar detalle de proyectos	Recepcionista
RF4	El sistema debe permitir registrar los tipos de pruebas del laboratorio metalúrgico	CU04	Registrar tipos de pruebas	Supervisor
RF5	El sistema debe permitir buscar los proyectos de sus clientes	CU05	Buscar proyectos	Recepcionista
RF6	El sistema debe permitir al supervisor mantener datos de las muestras	CU06	Mantener datos de la muestra	Supervisor
RF7	El sistema debe permitir registrar la preparación de cada muestra	CU07	Registrar preparación de muestras	Encargado de preparación

RF8	El sistema debe permitir elaborar envíos de muestras de mineral para análisis químicos	CU08	Elaborar envíos de leyes de mineral	Encargado de preparación
RF9	El sistema debe permitir registrar los resultados de análisis de muestras obtenidos	CU09	Registrar resultados de análisis de mineral	Encargado de preparación
RF10	El sistema debe permitir registrar las pruebas alcalinizadas	CU10	Registrar pruebas alcalinizadas	Encargado de lixiviación
RF11	El sistema debe permitir registrar las pruebas lixiviadas en cada intervalo de tiempo	CU11	Registrar el proceso de lixiviación	Encargado de lixiviación
RF12	El sistema debe permitir al encargado de lixiviación mantener la data de las pruebas	CU12	Mantener la data de lixiviación	Encargado de lixiviación
RF13	El sistema debe permitir realizar envíos de metales en solución	CU13	Elaborar envío de leyes de metal solución	Encargado de lixiviación
RF14	El sistema debe permitir verificar por medio de consultas el estado en que se encuentran las muestras.	CU14	Verificar estado de muestras	Analista de muestras
RF15	El sistema debe permitir detectar y corregir errores en el proceso el proceso de lixiviación	CU15	Detectar y corregir errores durante el proceso de lixiviación	Analista de muestras
RF16	El sistema debe permitir registrar relecturas de análisis químicos.	CU16	Registrar relecturas	Analista de muestras
RF17	El sistema debe emitir reportes de pruebas finalizadas	CU17	Reporte resumen de pruebas finalizadas	Analista de muestras

RF18	El sistema debe emitir reportes de estado de muestras por proyecto	CU18	Reporte de estado de muestras por proyecto	Analista de muestras
RF19	El sistema debe permitir ingresar datos de los peachímetros	CU19	Ingresar datos de los peachímetros	Encargado de lixiviación
RF20	El sistema debe permitir ingresar datos de las balanzas	CU20	Ingresar datos de las balanzas	Encargado de lixiviación

Fuente: adaptado (Luza Montero, 2010).

## B. Requerimientos no funcionales

Usar como manejador de Base de Datos Microsoft Access 2010. El Laboratorio Metalúrgico de Minera Yanacocha, tiene Instalado en las computadoras de escritorio como en las Laptops el manejador de Base de Datos Microsoft Access, motivo por el cual no es necesario otro manejador debido al costo que llevaría otra licencia.

Plataforma de desarrollo de software PowerBuilder 10.5. El uso de este lenguaje de programación fue por la facilidad de programación en las conexiones con los equipos de balanzas y peachímetros y la similitud de los scripts con el lenguaje de programación C++, sin dejar de mencionar la enorme ayuda que brindan los Data Windows como objeto de datos de los formularios de los registros y reportes del sistema a implementar.

La aplicación será lo más amigable al usuario

La aplicación es orientada a usuarios que cuentan con autorización de acceso.

La protección de la Base de Datos se dará mediante un servidor externo

El usuario interactuará con el sistema utilizando el teclado y mouse.

El sistema contará con manual de usuario para su entendimiento y capacitación en la herramienta.

### 3.2.4.2 Visión

**A. Oportunidad de negocio.** Estandarizar los procesos de Gestión del Laboratorio Metalúrgico mediante un aplicativo con la finalidad de mejorar la productividad y la toma de decisiones. Automatizar los procesos, y de esta manera entreguen información oportunamente a las personas adecuadas. Elaborar mediante pantallas de reportes preliminares seguimientos al proceso de lixiviación. Crear un repositorio de conocimiento, donde se tenga información histórica de todas las pruebas.

**B. Usuarios.** Los usuarios del sistema podrán hacer el seguimiento de las pruebas para conocer el estado actual, que permita la detección y corrección a tiempo los errores que puedan presentar las muestras en proceso de lixiviación.

**C. Producto.** El Laboratorio Metalúrgico contará con un sistema que permita soportar la operación de lixiviación de pruebas en botellas, asegurando un adecuado nivel de disponibilidad, seguridad y mecanismos de contingencia.

**D. Requerimientos principales.**

El sistema debe permitir registrar las muestras de sus clientes.

El sistema debe permitir registrar la preparación de cada muestra

El sistema debe permitir elaborar envíos de muestras de mineral para análisis químicos

El sistema debe permitir registrar las pruebas alcalinizadas

El sistema debe permitir registrar las pruebas lixiviadas en cada intervalo de tiempo

El sistema debe permitir detectar y corregir errores en el proceso de lixiviación

El sistema debe emitir reportes de pruebas finalizadas.

### 3.2.4.3 Actores del sistema

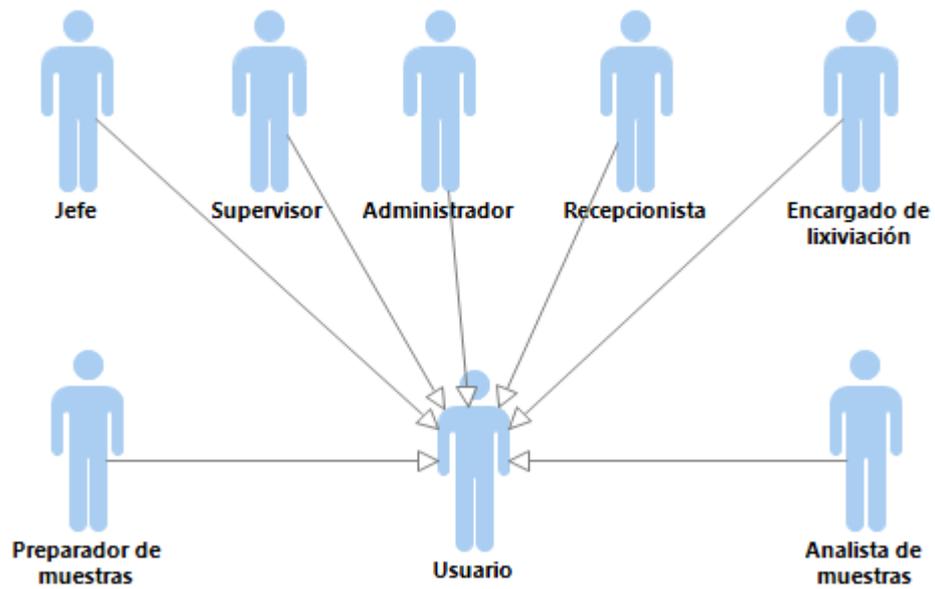


Figura 20. Actores del sistema  
Fuente: propia

### 3.2.4.4 Diagrama de paquetes de casos de uso

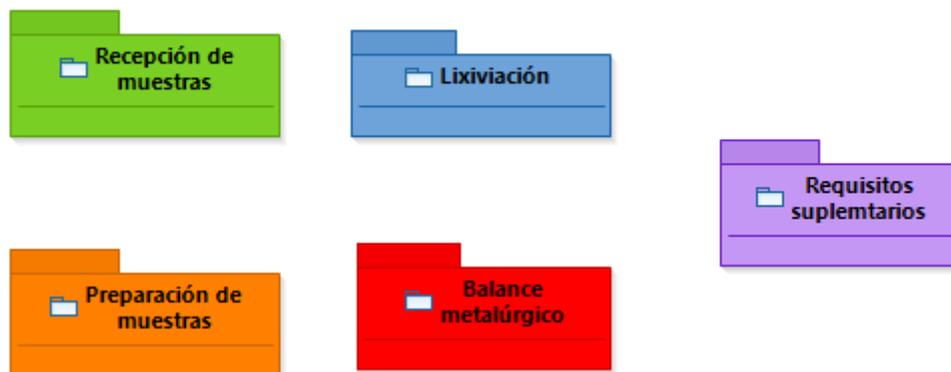


Figura 21. Diagrama de paquetes de casos de uso  
Fuente: propia

### 3.2.4.5 Diagrama de casos de uso

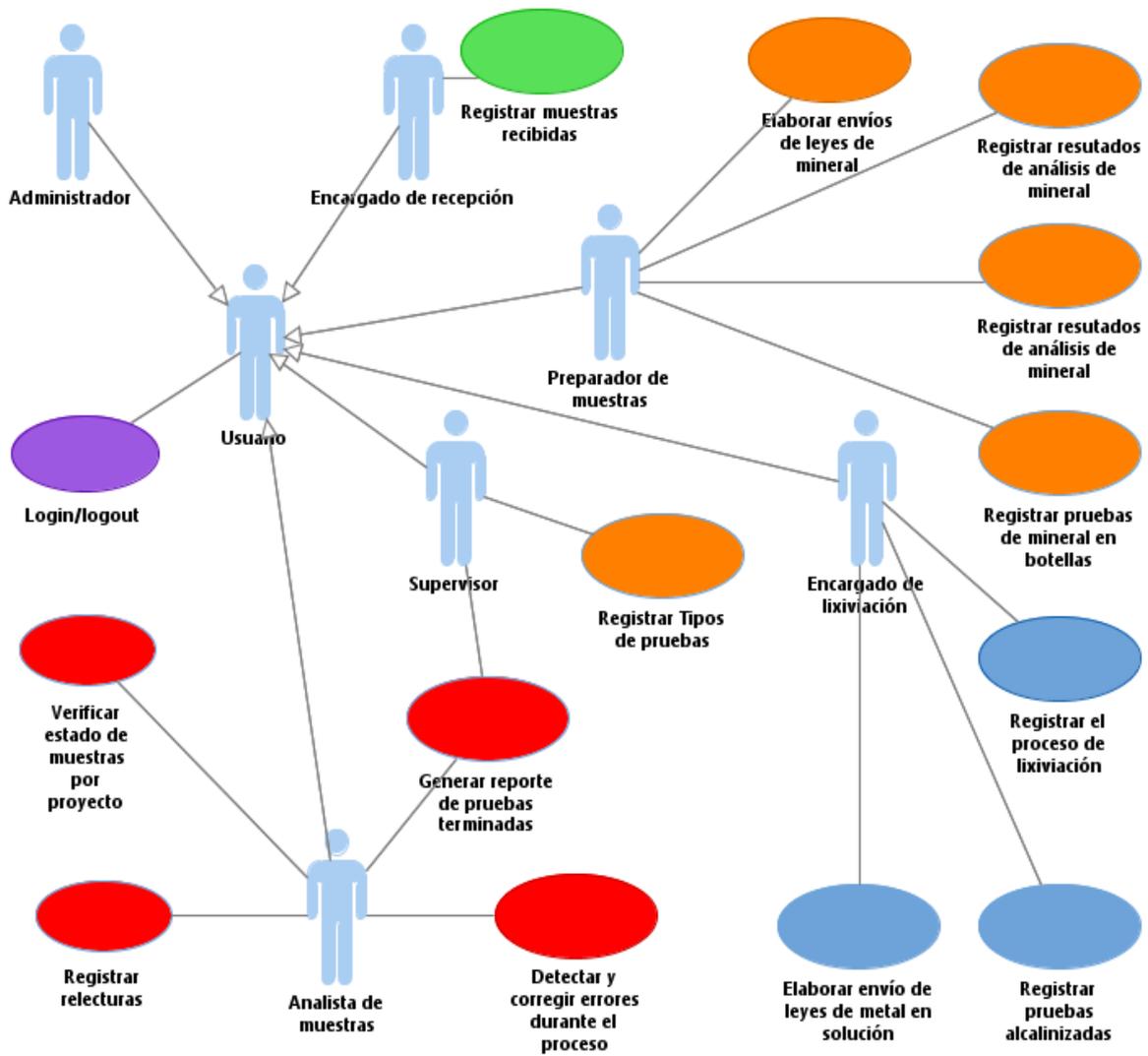


Figura 22. Diagrama de casos de uso  
Fuente: Propia

### 3.2.4.6 Especificaciones de Casos de Uso

#### A. Casos de uso de recepción de muestras

##### i. Especificaciones del Caso de Uso 01 – Registrar muestras

###### a. Breve descripción

El Caso de uso permite al encargado de registrar las muestras de cada cliente para poder gestionarlo en el sistema

###### b. Flujo de eventos

Evento disparador: el caso de uso comienza cuando el encargado de recepción selecciona el sub menú Recepción de muestras del menú mantenimiento.

###### b.1. Flujo básico – Registrar muestras

b.1.1.El caso de uso comienza cuando el encargado de recepción ingresa al formulario Registro de recepción de muestras.

b.1.2.El sistema muestra la interfaz Registro de Recepción de muestras con los siguientes campos: Nombre, taladro, pruebas metalúrgicas, peso, CodProy, CodSubProy, Tipo muestra, Coordenadas, recibido por, Cliente, supervisor encargado, observaciones; y las opciones: “Guardar”, “Insertar”, “Cancelar”, “Eliminar” y “Exportar a Excel”

b.1.3.El encargado de recepción, ingresa el “nombre”, ingresa “taladro”, selecciona la “prueba metalúrgica”, ingresa “peso”, selecciona el “Tipo muestra”, ingresa “coordenadas”, nombre del recepcionista “recibido por”, Cliente, Supervisor encargado, observaciones de la muestra que recibe.

b.1.4.El encargado de recepción, Selecciona el CodProy,

b.1.5.El encargado de recepción, Selecciona el CodSubProy

b.1.6.El encargado de recepción, hace clic en guardar

b.1.7.El sistema registra los datos de la muestra de acuerdo a las opciones ingresadas

b.1.8.El sistema presenta la nueva muestra con su respectivo

código generado y finaliza el caso de uso.

#### **b.2. Sub Flujo eliminar**

b.2.1. El caso de uso comienza cuando el encargado de recepción ingresa el año de registro de la muestra

b.2.2. El sistema muestra lista de muestras registradas del año

b.2.3. El usuario selecciona la muestra a eliminar

b.2.4. El sistema busca el código de proyecto a eliminar

b.2.5. El encargado de recepción indica eliminar

b.2.6. El sistema solicita confirmación

b.2.7. El encargado de recepción confirma eliminación

b.2.8. El sistema registra eliminación

b.2.9. El caso de uso finaliza

#### **c. Flujos alternativos**

##### **Código de proyecto no encontrado**

En el paso b.1.4, si el usuario no encuentra el proyecto, procede a registrar primero el proyecto. Ver registro de proyectos en caso de uso 02

##### **Código de sub proyecto no encontrado**

En el paso b.1.5, si el usuario no encuentra el sub proyecto, procede a registrar primero el sub proyecto. Ver registro de sub proyectos en el caso de uso 03.

##### **Campos obligatorios no tienen datos**

En el paso b.1.7, el sistema verifica que al menos los campos obligatorios tengan datos; si esto no ocurre, el sistema muestra un mensaje del campo a llenar, el usuario debe verificar los pasos del b.1.3 al b.1.5 e ingresar la data solicitada y repetir el paso b.1.6.

##### **Cancelar**

Si el encargado de recepción indica “cancelar”, el sistema limpia formulario y carga el último código de la muestra y el caso de uso finaliza

**d. Precondiciones**

El encargado de recepción debe estar identificado en el sistema

**e. Postcondiciones**

Se genera un código interno para la muestra registrada

**ii. Especificación del Caso de Uso 02 – Registro de proyectos****a. Breve descripción**

El Caso de uso permite al recepcionista registrar los nombres de proyectos a la cual pertenecen las muestras, para poder gestionarlo en el sistema.

**b. Flujo de eventos**

Evento disparador: el caso de uso comienza cuando el encargado de recepción selecciona el sub menú Proyectos del menú mantenimiento.

**b.1. Flujo básico - Registrar proyectos**

b.1.1.El caso de uso comienza cuando el recepcionista ingresa al formulario Registro de Proyectos.

b.1.2.El sistema muestra la interfaz Registro de Proyectos con los siguientes campos: “Código”, “Nombre” y “Descripción”

b.1.3.El recepcionista ingresa el código, el nombre y la descripción del proyecto.

b.1.4.El recepcionista selecciona la opción “Guardar”

b.1.5.El sistema registra los datos del proyecto de acuerdo a las opciones ingresadas y muestra un mensaje diciendo datos actualizados

b.1.6.El recepcionista hace clic en aceptar y finaliza el caso de uso

**b.2. Sub flujo - Buscar Proyecto**

b.2.1.El caso de uso comienza cuando el usuario hace clic en buscar

b.2.2.El sistema solicita ingresar el código de proyecto

b.2.3.El usuario ingresa código de proyecto y hace clic en aceptar.

b.2.4.El sistema muestra formulario con los datos del proyecto y detalle del mismo.

b.2.5.El usuario hace clic en cerrar y finaliza el caso de uso

### **b.3. Sub flujo - Eliminar Proyecto**

b.3.1.El caso de uso comienza cuando el encargado de recepción hace clic en buscar.

b.3.2.El sistema solicita ingresar código a eliminar

b.3.3.El sistema busca el código de proyecto a eliminar

b.3.4.El sistema muestra formulario con los datos del proyecto y sus detalles correspondientes

b.3.5.El encargado de recepción indica eliminar

b.3.6.El sistema solicita confirmación

b.3.7.El encargado de recepción confirma eliminación

b.3.8.El sistema registra eliminación

b.3.9.El caso de uso finaliza

### **c. Flujos alternativos**

#### **Cancelar**

En cualquier momento, si el recepcionista indica “cancelar”, el sistema limpia formulario y el caso de uso finaliza

#### **Campos obligatorios no tienen datos**

En el paso b.1.4 de flujo básico, el sistema verifica que al menos los campos obligatorios tengan datos; si esto no ocurre, el sistema muestra un mensaje de error de llenado, el usuario debe verificar el pasos b.1.3 e ingresar la data solicitada y repetir el paso b.1.4.

### **d. Precondiciones**

El encargado de recepción debe estar identificado en el sistema

### **e. Postcondiciones**

Se guarda el código asignado por el recepcionista

### iii. Especificación del Caso de Uso 03 – Registrar detalles de proyectos

#### a. Breve descripción

Evento disparador: el caso de uso comienza cuando el encargado de recepción selecciona el sub menú Proyectos del menú mantenimiento.

#### b. Flujo de eventos

Evento disparador: el caso de uso comienza cuando el encargado de recepción se encuentra en el sub menú proyectos del menú mantenimiento.

##### b.1. Flujo básico – Registrar detalles de proyectos

b.1.1.El caso de uso comienza cuando el recepcionista ingresa al formulario Registro de Proyectos.

b.1.2.El sistema muestra el formulario con el ícono de consulta por código de proyecto.

b.1.3.El recepcionista ingresa el código y hace clic en aceptar.

b.1.4.El sistema muestra la interfaz Detalle de los Proyectos con los siguientes campos: “Cód-detalle”, “Nombre” y “Descripción”

b.1.5.El recepcionista ingresa el Código, el Nombre y la Descripción.

b.1.6.El recepcionista selecciona la opción “Guardar”

b.1.7.El sistema registra los datos del Detalle de los proyecto de acuerdo a las opciones ingresadas y muestra un mensaje confirmando la actualización.

b.1.8.El recepcionista hace clic en aceptar y finaliza el caso de uso

##### b.2. Sub flujo - Eliminar Proyecto

b.2.1.El caso de uso comienza cuando el encargado de recepción hace clic en buscar.

b.2.2.El sistema solicita ingresar código de proyecto donde se

encuentra el detalle de proyecto a eliminar

b.2.3.El sistema busca el código de proyecto

b.2.4.El sistema muestra formulario con los datos del proyecto y sus detalles correspondientes

b.2.5.El encargado de recepción indica el detalle de proyecto a eliminar

b.2.6.El encargado de recepción hace clic en eliminar.

b.2.7.El sistema solicita confirmación

b.2.8.El encargado de recepción confirma eliminación

b.2.9.El sistema registra eliminación

b.2.10. El caso de uso finaliza

### c. Flujo alternativo

#### **Cancelar**

En cualquier momento, si el recepcionista indica “cancelar”, el sistema limpia formulario y el caso de uso finaliza

#### **Cuando el proyecto ya tiene sub proyecto**

El recepcionista hace clic en la opción Nuevo, y procede a repetir los pasos del flujo básico del b.1.5 al b.1.7 y Finaliza caso de uso

### d. Precondiciones

El encargado de recepción debe estar identificado en el sistema

### e. Postcondiciones

Se guarda el código asignado por el recepcionista

## B. Casos de uso de preparación de muestras

### i. Especificación del Caso de Uso 04 – Registro de tipos de pruebas

#### a. Breve descripción

El Caso de uso permite al supervisor registrar los tipos de pruebas del laboratorio metalúrgico, los cuales determinan las condiciones de las pruebas de mineral en botellas a lixiviar, asimismo determina la relación líquido sólido de cada prueba en la

preparación de muestras, para poder gestionarlo en el sistema.

## **b. Flujo de eventos**

Evento disparador: el caso de uso comienza cuando el supervisor de preparación de muestras se encuentra en el sub menú de Tipos de pruebas del menú mantenimiento.

### **b.1. Flujo básico – Registrar tipos de pruebas**

b.1.1.El caso de uso comienza cuando el supervisor de muestras ingresa al formulario de tipos de pruebas.

b.1.2.El usuario hace clic en insertar

b.1.3.El sistema muestra la interfaz de los tipos de pruebas con los siguientes campos: Código-prueba, malla-Descripción y CN y las opciones: “Insertar”, “Guardar”, “Eliminar” y “Cancelar”

b.1.4.El usuario ingresa el Código-prueba, malla-Descripción y CN.

b.1.5.El usuario selecciona la opción “Guardar”

b.1.6.El sistema registra los datos de la preparación de acuerdo a las opciones ingresadas y muestra un mensaje confirmando la actualización.

b.1.7.El supervisor hace clic en aceptar y finaliza caso de uso

### **b.2. Sub flujo - Eliminar tipo de prueba**

b.2.1.El caso de uso comienza cuando el supervisor de preparación de muestras selecciona un código de prueba.

b.2.2.El supervisor hace clic en eliminar

b.2.3.El sistema solicita confirmación

b.2.4.El supervisor confirma eliminación

b.2.5.El sistema registra eliminación

b.2.6.El caso de uso finaliza

## **c. Flujo alternativo**

### **Cancelar**

En cualquier momento, si el usuario indica “cancelar”, el sistema

limpia formulario y el caso de uso finaliza.

### **Cuando los Campos obligatorios no tienen datos**

El paso b.1.6 del flujo básico, el sistema empieza el registro de la data, encuentra que los campos considerados como obligatorios no tienen datos ingresados, entonces el usuario debe ingresar la data solicitada y repetir los pasos b.1.4 y b.1.5.

#### **d. Precondiciones**

El supervisor de preparación de muestras debe estar identificado en el sistema

#### **e. Postcondiciones**

Se guarda el código asignado por el supervisor de preparación de muestras

## **ii. Especificación del Caso de Uso 07 – Registro de Preparación de Muestras**

### **a. Breve descripción**

El Caso de uso permite al preparador de muestras registrar las condiciones de cada prueba a ser lixiviada, el registro es de suma importancia debido a que aquí se logra elaborar el código de botellas con mineral, además es donde se establecen la cantidad de horas a lixivarse. Para poder gestionarlo en el sistema.

### **b. Flujo de eventos**

Evento disparador: el caso de uso comienza cuando el preparador de muestras se encuentra en el sub menú de preparación de muestra del menú de procesos de lixiviación.

#### **b.1. Flujo básico – Registrar preparación de muestras**

b.1.1.El caso de uso comienza cuando el preparador de muestras ingresa al formulario Preparación de Muestras.

b.1.2.El sistema muestra la interfaz de la Preparación de las muestras con los siguientes campos: Código de muestra, tipo

de prueba, horas de lixiviación. Además, muestra un la lista de proyectos y sus detalles con sus respectivos códigos de muestras.

b.1.3.El usuario ingresa la información haciendo clic en el campo de tipo de prueba.

b.1.4.El sistema muestra una lista de tipo de pruebas

b.1.5.El usuario selecciona el código de tipo de prueba y las horas a lixivarse. El código de la muestra lo selecciona de la lista de proyectos y sub proyectos y presiona enter en el teclado.

b.1.6.El sistema muestra una ventana con el nuevo registro donde se ven: Código-Botella, Peso de botella, Peso de mineral, Relación liquido/sólido, Fecha de cargado, Tiempo a lixivarse, Comentarios y las opciones: “Nuevo”, “Guardar”, “Eliminar” y “Cancelar”

b.1.7.El usuario completar la información en blanco. El Código-Botella lo conforma el código de muestra y tipo de prueba ingresada en el paso 2.1.5, en este paso se ingresan el Peso de botella, Peso de mineral, Relación liquido/sólido, Fecha de cargado y Comentarios.

b.1.8.El usuario hace clic en el botón Guardar

b.1.9.El sistema registra los datos de la preparación de acuerdo a las opciones ingresadas y muestra un mensaje confirmando la actualización.

b.1.10. El preparador de muestras hace clic en aceptar y finaliza el caso de uso

## **b.2. Sub flujo - Eliminar registro de preparación de muestras**

b.2.1.El caso de uso comienza cuando el encargado de preparación de muestras selecciona un código de botella a eliminar.

b.2.2.El encargado de preparación hace clic en eliminar

b.2.3.El sistema solicita confirmación

b.2.4.El encargado de preparación confirma eliminación

b.2.5.El sistema registra eliminación

b.2.6.El caso de uso finaliza

**c. Flujo alternativo**

**Cancelar**

En cualquier momento, si el usuario indica “cancelar”, el sistema limpia formulario y el caso de uso finaliza

**Cuando los datos son incorrectos**

En el paso b.1.9 del flujo básico, el sistema verifica que los datos ingresados son erróneos ya sea porque no se ingresaron los datos obligatorios u otros motivos muestra mensaje ingresar datos del código tal; el usuario debe repetir desde el paso b.1.7 y el caso de uso finaliza

**d. Precondiciones**

El Preparador de muestras debe estar identificado en el sistema

**e. Postcondiciones**

Se guarda el código de mineral en botellas definido para sus posteriores gestiones en el sistema de información.

**iii. Especificación del Caso de Uso 08 – Elaborar envíos de leyes de mineral**

**a. Breve descripción**

El Caso de uso permite al preparador registrar las órdenes de envíos de leyes de mineral en la cual se registran las muestras de cabezas y colas de las pruebas, para poder gestionarlo en el sistema.

**b. Flujo de eventos**

Evento disparador: el caso de uso comienza cuando el encargado de preparación se encuentra en el sub menú de procesos de lixiviación y el formulario de preparación de muestras.

**b.1. Flujo básico**

b.1.1.El caso de uso comienza cuando el usuario ingresa al formulario Preparación de Muestras.

b.1.2.El usuario selecciona la pestaña Envíos de Leyes de Mineral.

b.1.3.El usuario hace clic en generar orden, ingresa código de muestra y luego hace clic en Nuevo registro.

b.1.4.El sistema muestra la interfaz Registro de Leyes de Mineral con los siguientes campos: Cód-muestra-estado, tipo de prueba, Fecha, Observaciones, orden de ensaye y las opciones: “Nuevo registro”, “Guardar”, “Eliminar” y “Exportar al Excel”.

b.1.5.El usuario ingresa el Cód-muestra-estado, selecciona el tipo de prueba, el sistema ingresa la fecha, Observaciones, la orden de ensaye es generado por el sistema cuando el usuario hizo clic en generar orden.

b.1.6.El usuario selecciona la opción “Guardar”

b.1.7.El sistema registra los datos del envío de acuerdo a las opciones ingresadas y muestra un mensaje confirmando la actualización.

b.1.8.El usuario hace clic en aceptar.

b.1.9.El usuario hace clic en exportar a Excel y finaliza CU.

**c. Flujo alternativo****Tipo de prueba**

En el paso b.1.5 del flujo básico, el usuario si no encuentra tipo de prueba, avisa al supervisor quien procede a ingresar los tipos pruebas faltantes.

d. **Precondiciones.** El Preparador de muestras debe estar identificado en el sistema

e. **Postcondiciones.** Se genera un código de envío interno para el código de muestra ingresado por el usuario.

## C. Casos de uso de lixiviación de muestras

### i. Especificación del Caso de Uso CU10 – Registrar pruebas alcalinizadas

#### a. Breve descripción

El Caso de uso permite al encargado de lixiviación registrar los datos finales de alcalinización de las botellas cargadas con mineral y agua, estas botellas son rodadas por los rodillos por periodos de cinco minutos y alcalinizadas hasta llegar a un pH de 10.5 aproximadamente, para poder registrarlos en el formulario de lixiviación de muestras para cero horas y dar inicio a la lixiviación propiamente dicha y otras gestiones en el sistema.

#### b. Flujo de eventos

Evento disparador: el caso de uso comienza cuando el encargado de lixiviación se encuentra en el ítem de lixiviación de pruebas en botellas del sub menú de lixiviación de pruebas del menú procesos de lixiviación.

#### b.1. Flujo básico – Registrar pruebas alcalinizadas

b.1.1.El caso de uso comienza cuando el usuario ingresa al formulario lixiviación de pruebas en botellas.

b.1.2.El sistema muestra la interfaz Registro de lixiviación de pruebas en botellas con los siguientes campos: Horas, factor bajo, factor alto y las opciones: “recepción de preparación de muestras”, pHMetro, balanza, “Guardar”, “Eliminar”.

b.1.3.El usuario selecciona el número cero del desplegable de campo horas.

b.1.4.El usuario llena los campos de factores alto y bajo.

b.1.5.El usuario hace clic en recepción.

b.1.6.El sistema Muestra ventana con la última lista de muestras a lixiviar - envío de preparación.

b.1.7.El usuario hace clic en insertar todas las muestras.

b.1.8.El sistema muestra grupo de pruebas insertadas en el

formulario de lixiviación

b.1.9. El usuario Ingresa peso de las botellas, NaCN y Cal

b.1.10. Usuario hace clic en pHMetro

b.1.11. El sistema muestra ventana ingreso de datos de pHMetro ver CU19

b.1.12. El usuario hace clic en balanzas.

b.1.13. El sistema muestra ventana ingreso de datos de balanzas ver CU20

b.1.14. El usuario selecciona la opción “Guardar”

b.1.15. El sistema registra los datos alcalinizados de acuerdo a las opciones ingresadas y muestra un mensaje confirmando la actualización.

b.1.16. El usuario hace clic en aceptar y finaliza el caso de uso

**c. Flujo alternativo. No tiene**

**d. Precondiciones.** El encargado de lixiviación debe estar identificado en el sistema

**e. Postcondiciones**

Se genera grupo de códigos más un número de horas lo que genera finalmente el código de envíos de leyes de metal en solución; dando inicio al proceso de lixiviación de pruebas en botellas.

**ii. Especificación del Caso de Uso CU19 - Ingresar datos de los peachímetros**

**a. Breve descripción**

El Caso de uso permite al encargado de lixiviación, registrar los datos desde los peachímetros a la base datos del sistema.

**b. Flujo de eventos**

Evento disparador: el caso de uso incluido ingresar datos de los peachímetros puede ser llamado por el caso de uso registrar proceso de lixiviación CU11

**b.1. Flujo básico – Registrar datos de balanzas**

b.1.1.El usuario ingresa al formulario lixiviación de pruebas en botellas y hace clic En la opción peachímetros.

b.1.2.El sistema muestra ventana de ingreso de datos del pHmetro

b.1.3.El usuario hacer clic en conectar.

b.1.4.El sistema realiza la conexión con el puerto del pHmetro

b.1.5.El usuario selecciona el código desde el cual desea ingresar los datos del peachímetro.

b.1.6.El usuario Extrae 5 a 10 ml de solución de cada prueba en tubos de ensayo

b.1.7.El usuario codifica tubos de ensayos con soluciones

b.1.8.El usuario ordena tubos de ensayos de acuerdo a los códigos del sistema

b.1.9.El usuario mide el pH de la solución de cada tubo

b.1.10. El usuario presiona botón de enviar data al sistema

b.1.11. El sistema muestra el pH de la muestra en la ventana de ingreso de datos de pHmetro.

b.1.12. El usuario hace clic en Enviar pH a la ventana de registro de lixiviación de muestras en botellas

b.1.13. El sistema muestra pH en el registro de lixiviación

b.1.14. El usuario hace clic en desconectar del pHmetro

b.1.15. El usuario hace clic en cerrar ventana

b.1.16. El sistema hace clic en cerrar ventana y finaliza el caso de uso

**c. Flujo alternativo**

Cuando la Ventana de datos del pHmetro muestra un dato errado en el paso b.1.11 del flujo básico registrar datos del pHmetro, si el usuario verifica que dato mostrado no es correcto, vuelve ejecutar desde el paso b.1.9

**d. Requerimientos Especiales**

El sistema necesita tener el registro de pruebas en botellas con

todos los registros de las pruebas a que se necesitan pesar.

**e. Precondiciones**

El encargado de lixiviación debe estar identificado en el sistema

**iii. Especificación del Caso de Uso CU20 – Ingresar datos de las balanzas**

**a. Breve descripción**

El Caso de uso permite al encargado de lixiviación, registrar los datos desde las balanzas a la base datos del sistema.

**b. Flujo de eventos**

Evento disparador: el caso de uso incluido ingresar datos de las balanzas puede ser llamado por el caso de uso registrar proceso de lixiviación CU11

**b.1. Flujo básico – Registrar datos de los peachímetros**

b.1.1.El usuario ingresa al formulario lixiviación de pruebas en botellas y hace clic en la opción balanzas.

b.1.2.El sistema muestra ventana de parámetros de configuración de las balanzas

b.1.3.El usuario hace clic en el botón conectar de la balanza del peso a realizar

b.1.4.El sistema realiza la conexión con el puerto de la balanza

b.1.5.El usuario selecciona el tipo de peso a realizar

b.1.6.El usuario en la ventana de lixiviación selecciona el código y la fila desde el cual desea ingresar los pesos

b.1.7.El usuario realiza el pesado de la opción seleccionada

b.1.8.El usuario presiona botón de enviar data al sistema

b.1.9.El sistema muestra peso en el elemento seleccionado directamente en la ventana de lixiviación

b.1.10.El usuario activa con un clic el grabado automático de la ventana de registro

b.1.11.El usuario hace clic en desconectar la balanza

b.1.12. El sistema desconecta el puerto serial de la PC con la balanza

b.1.13. El usuario hace clic en cerrar ventana de balanzas

b.1.14. El sistema cierra ventana de las balanzas y finaliza el caso de uso

**c. Flujo alternativo**

**Cuando el peso ingresado no muestra un dato correcto**

En el paso b.1.9 del flujo básico registrar datos de balanzas, si el usuario verifica que dato mostrado no es correcto, vuelve ejecutar desde el paso b.1.6

**d. Requerimientos Especiales**

El sistema necesita tener el registro de pruebas en botellas con todos los registros de la pruebas a medir el pH.

**e. Precondiciones**

El encargado de lixiviación debe estar identificado en el sistema

**iv. Especificación del Caso de Uso CU11 – Registrar proceso de lixiviación de pruebas en botellas**

**a. Breve descripción**

El Caso de uso permite al encargado de lixiviación, registrar los datos del proceso de lixiviación a la base datos del sistema, a partir del registro de pruebas alcalinizadas quienes dieron inicio a este proceso

**b. Flujo de eventos**

Evento disparador: el caso de uso comienza cuando el encargado de lixiviación se encuentra en el ítem de lixiviación de pruebas en botellas del sub menú de lixiviación de pruebas del menú procesos de lixiviación

**b.1. Flujo básico – Registrar proceso de lixiviación de pruebas en botellas**

b.1.1. El caso de uso comienza cuando el usuario ingresa al formulario lixiviación de pruebas en botellas

b.1.2. El usuario en el campo hora, ingresa la fecha y el número horas a consultar

b.1.3. El usuario hace clic en buscar lista

b.1.4. El sistema muestra lista de pruebas

b.1.5. El usuario Ingresa los datos de factor alto y factor bajo

b.1.6. El usuario en el campo horas, ingresa la hora que continúa en la lixiviación.

b.1.7. El usuario hace clic en la opción copiar grupo

b.1.8. El sistema verifica los factores de los datos a copiar

b.1.9. El sistema verifica las horas ingresadas de los datos a copiar

b.1.10. El sistema muestra el formulario con lista de pruebas copiadas

b.1.11. El sistema guarda datos copiados

b.1.12. El usuario ingresa los valores de titulación

b.1.13. El usuario ingresa los pesos de botella, pesos NaCN y Cal. Hacer llamado al CU20 - ingresar datos de las balanzas

b.1.14. El sistema verifica si los pesos están entre 5% y 10% de los pesos iniciales de cabezas de mineral y calculados en el caso de NaCN y Cal

b.1.15. El sistema pone a la celda del peso de color amarillo

b.1.16. El sistema verifica si los pesos son mayores o iguales al 10%

b.1.17. El sistema pone a la celda del peso de color rojo

b.1.18. El usuario Ingresa pH. Hacer llamado a ingresar datos de los peachímetros CU19

b.1.19. El usuario hace clic en Guardar

b.1.20. El sistema registra la-s prueba-s para la siguiente hora de lixiviación

b.1.21. El sistema muestra mensaje que La base de datos se

actualizó con éxito

b.1.22. El usuario hace clic en aceptar

b.1.23. El sistema verifica el estado de prueba

b.1.24. El sistema da por finalizado el proceso de lixiviación siempre y cuando el estado se encuentre en finalizado y finaliza el caso de uso.

### c. **Flujo alternativo**

#### **Cuando los factores ingresados están cambiados o no tienen datos**

En el paso b.1.7 del flujo básico registrar proceso de lixiviación de pruebas en botellas, cuando el sistema copia grupo de pruebas verifica primero si los factores están bien ingresados de lo contrario muestra mensaje de rectificación, como muestra un mensaje de factores no tienen datos o datos ingresados están cambiados, el usuario rectifica desde el paso b.1.5 y el b.1.7

#### **Cuando las horas ingresadas ya fueron registradas en un proceso anterior**

En el paso b.1.9 del flujo básico registrar proceso de lixiviación de pruebas en botellas, cuando el sistema copia grupo de pruebas, verifica las horas para el siguiente turno a lixiviar si es correcto, de lo contrario muestra mensaje de que muestras ya existen para esta hora, el usuario rectifica las horas y luego repite los pasos b.1.6 y el b.1.7

### d. **Precondiciones**

El encargado de lixiviación debe estar identificado en el sistema

### e. **Postcondiciones**

Se genera grupo de códigos más un número de horas lo que genera finalmente el código de envíos de leyes de metal en solución; dando continuación al proceso de lixiviación de pruebas en botellas.

v. **Especificación del Caso de Uso CU13 – Elaborar envíos de leyes de metal en solución**

a. **Breve descripción**

El Caso de uso permite al encargado de lixiviación la elaboración de envíos de leyes de metal en solución, son envíos de las muestras de soluciones extraídas de las botellas cada vez que se paran para realizar el proceso de titulación, mediciones de pH, adición de reactivos de cianuro de sodio y cal. Este envío es realizado de los datos que fueron registrados en la base de datos del sistema como resultado del proceso de lixiviación.

b. **Flujo de eventos**

Evento disparador: el caso de uso comienza cuando el encargado de lixiviación se encuentra en el ítem de envío de metales en solución del sub menú de lixiviación de pruebas del menú procesos de lixiviación

b.1. **Flujo básico – Elaboración de envío de leyes de metales de solución**

b.1.1.El caso de uso comienza cuando el usuario ingresa al formulario de envíos de leyes de metales de solución

b.1.2.El usuario selecciona fecha

b.1.3.El usuario selecciona de la lista de opciones la hora o tipo de reporte

b.1.4.El usuario activar elementos químicos a analizar

b.1.5.El usuario hace clic en buscar

b.1.6.El sistema genera un código de ensaye

b.1.7.El sistema genera lista de códigos y los muestra en la ventana

b.1.8.El usuario hace clic en exportar al Excel

b.1.9.El sistema exporta data en hoja de Excel y finaliza caso de uso

b.1.10. Y/o el usuario hace clic en imprimir formato

b.1.11. El sistema muestra lista de impresoras

- b.1.12. El usuario selecciona la impresora
- b.1.13. El usuario hace clic en aceptar
- b.1.14. El sistema envía instrucción a impresora y finaliza caso de uso

**c. Flujo alternativo**

**Cuando no se selecciona todos los elementos a analizar.** En el paso b.1.4 del flujo básico elaboración de envío de leyes de metales, el usuario no selecciona los elementos a analizar, el usuario vuelve a seleccionarlos y realiza el paso b.1.5

**d. Precondiciones**

El encargado de lixiviación debe estar identificado en el sistema

**e. Postcondiciones**

Se elabora formato de envío de leyes de metal en solución con sus respectivos códigos en formato Excel.

**D. Casos de uso de balance metalúrgico**

**i. Especificación del Caso de Uso 14 – Verificar estado de muestras por proyecto**

**a. Breve descripción**

El Caso de uso permite al analista de muestras, verificar el estado de muestras como son los datos de preparación mecánica, lixiviación, preparación de colas de mineral y número de malla y fuerza de cianuro; todo ello con sus respectivas fechas de registro.

**b. Flujo de eventos**

Evento disparador: el caso de uso comienza cuando el analista de muestras se encuentra en el sub menú de estado d avance de pruebas metalúrgicas del menú consultas y reportes

**b.1. Flujo básico-Verificar estado de muestras por proyecto**

b.1.1.El caso de uso comienza cuando el usuario ingresa al

formulario de proceso de muestras

b.1.2.El usuario hace clic en la opción por proyecto

b.1.3.El sistema muestra lista de estado de proyectos

b.1.4. El usuario hace clic en el proyecto que desea seleccionar

b.1.5.El usuario hace clic en el botón buscar muestras

b.1.6.El sistema muestra lista de proyectos con su respectivo estado

b.1.7.El usuario hace clic en exportar a Excel

b.1.8.El sistema muestra estado de datos en hoja Excel y finaliza caso de uso

**c. Flujo alternativo**

No tiene

**d. Precondiciones**

El analista de muestras debe estar identificado en el sistema

**e. Postcondiciones**

Se genera reportes del estado de avance actualizado de las muestras en proceso de lixiviación.

**ii. Especificación del Caso de Uso 15 – Detectar y corregir errores durante el proceso de lixiviación**

**a. Breve descripción**

El Caso de uso permite al analista de muestras, ver aumento de metales en solución analizados versus horas, comparar NaCN agregado versus el calculado, analizar promedio de pH versus Cal, analizar los porcentajes de error de las cabezas de mineral analizados, para luego hacer los reportes correspondientes ya sea de re análisis de muestras o de repeticiones de pruebas a lixiviar.

**b. Flujo de eventos**

Evento disparador: el caso de uso comienza cuando el analista de muestras se encuentra en el sub menú balance metalúrgico del

menú procesos de lixiviación

**b.1. Flujo básico – Detectar y corregir errores durante el proceso**

b.1.1.El caso de uso comienza cuando el usuario ingresa al formulario de balance metalúrgico

b.1.2.El usuario ingresa código de muestra

b.1.3.El sistema muestra lista de códigos de pruebas

b.1.4.El usuario hace doble clic sobre código de prueba a corregir

b.1.5.El sistema muestra resultados de prueba

b.1.6. El usuario verifica resultados de prueba

b.1.7. El usuario ve aumento de metales en solución analizados vs horas

b.1.8.El usuario compara NaCN agregado vs calculado

b.1.9.El usuario analiza promedios de pH vs Cal

b.1.10. El usuario verifica % de error de cabezas

b.1.11. El usuario elabora solicitud de nuevos análisis de metales en solución

b.1.12. El usuario elaborar reporte de prueba-s a repetir

b.1.13. El usuario hace clic en estado de prueba actual

b.1.14. El sistema muestra estado de prueba

b.1.15. El usuario pone prueba en estado finalizado

**c. Flujo alternativo**

**Cuando los análisis de metales en solución no aumentan en función a las horas lixiviadas**

En el paso b.1.7 del flujo básico detectar y corregir errores, el analista de muestras inmediatamente el paso b.1.11

**Cuando el porcentaje de error es mayor a 10%**

En el paso b.1.10 del flujo básico detectar y corregir errores, cuando el sistema muestra un error mayor a 10% el analista de muestras luego de completar un seguimiento al proceso de

lixiviación, elabora inmediatamente reporte de pruebas a repetir la lixiviación. Realizando el paso b.1.12

**d. Precondiciones**

El analista de muestras debe estar identificado en el sistema

**e. Postcondiciones**

Se elaboran reportes de re análisis en proceso dando finalmente como resultado la corrección de errores y finalización del proceso de balance metalúrgico.

**iii. Especificación del Caso de Uso 16 – Registrar relecturas de leyes de mineral**

**a. Breve descripción**

El Caso de uso permite al analista de muestras, registrar las relecturas de leyes de mineral a la base datos del sistema, estas leyes de mineral son los análisis químicos de las contra muestras; se realizan generalmente para corregir errores ocurridos durante el proceso de lixiviación, o para asegurarse de que las lecturas normales son precisas.

**b. Flujo de eventos**

Evento disparador: el caso de uso incluido registrar datos de relecturas puede ser llamado por el caso de uso detectar y corregir errores durante el proceso CU15.

**b.1. Flujo básico- Flujo básico- Registrar relecturas de leyes de mineral**

b.1.1.El caso de uso comienza cuando el usuario ingresa al formulario de balance metalúrgico

b.1.2.El usuario ingresa código de muestra

b.1.3.El sistema muestra lista de códigos de pruebas

b.1.4.El usuario hace doble clic sobre código de prueba a corregir

b.1.5.El sistema muestra resultados de prueba

- b.1.6.El usuario hace clic en el botón de lecturas y relecturas
- b.1.7.El sistema muestra ventana de actualización de leyes de mineral
- b.1.8.El usuario selecciona opción de relectura
- b.1.9.El usuario hacer clic sobre relectura
- b.1.10. El sistema registra relectura en la ventana de balance metalúrgico
- b.1.11. El sistema muestra mensaje de relectura ingresada
- b.1.12. El usuario hace clic sobre el botón salir de la ventana de relecturas
- b.1.13. El usuario hace clic sobre el botón grabar de la ventana de balance metalúrgico
- b.1.14. El sistema muestra mensaje que se guardó correctamente
- b.1.15.El usuario hace clic en aceptar y finaliza el caso de uso

**c. Flujo alternativo**

**Cancelar**

En cualquier momento, si el usuario indica “cancelar”, el sistema recupera sus datos anteriores y el caso de uso finaliza.

**d. Precondiciones**

El analista de sistemas debe estar identificado en el sistema

**e. Postcondiciones**

Se copian nuevas lecturas de leyes de mineral en la base de datos del sistema.

**iv. Especificación del Caso de Uso 17– Generar reporte resumen de muestras cianuradas en botellas**

**a. Breve descripción**

El Caso de uso permite al analista de muestras, contar con los resultados de muestras terminadas de todo el proceso de lixiviación en botellas como son principalmente los datos de número de

mallas y fuerzas de cianuro; teniendo finalmente el resultado de consumo de reactivos, así como también las extracciones de los metales preciosos al final del proceso.

**b. Flujo de eventos**

Evento disparador: el caso de uso comienza cuando el analista de muestras se encuentra en el sub menú resumen de muestras cianuradas en botellas del menú consultas y reportes

**b.1. Flujo básico - Reporte de muestras cianuradas en botellas**

b.1.1.El caso de uso comienza cuando el usuario ingresa al formulario consultas y reportes

b.1.2.El usuario ingresa al menú principal

b.1.3.El usuario hace clic en Consultas y reportes

b.1.4.El sistema muestra ventana de resumen de muestras cianuradas en botellas

b.1.5.El usuario hace clic en proyecto o sub proyecto

b.1.6. El sistema muestra lista de proyectos o sub proyectos

b.1.7.El usuario hace clic en opción seleccionada

b.1.8.El usuario hace clic en buscar

b.1.9.El sistema muestra lista de pruebas cianuradas con su respectivo estado

b.1.10. El usuario hace lista de muestras en proceso

b.1.11. El usuario realiza el balance metalúrgico

b.1.12. El usuario hace clic en exportar a Excel

b.1.13. El sistema muestra lista en hojas de Excel y finaliza el caso de uso

**c. Precondiciones.** El analista de muestras debe estar identificado en el sistema

**d. Postcondiciones.** Se genera reportes de muestras que han terminado su proceso de lixiviación.

### 3.2.4.7 Diagrama de actividades

#### A. Diagramas de actividades de Recepción de muestras

##### i. Diagrama de actividades de Registro de muestras

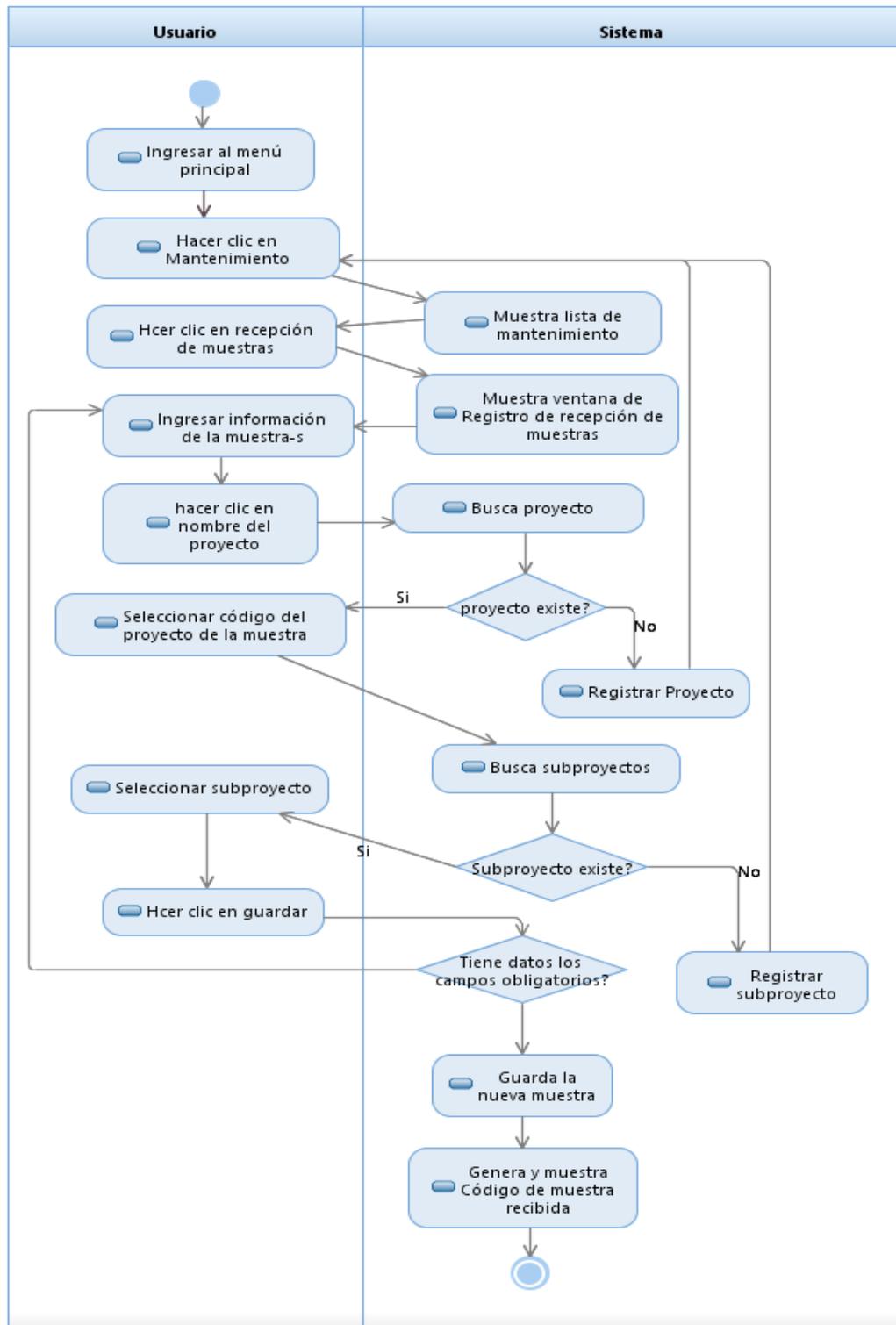


Figura 23. Diagrama de actividades de Registro de muestras  
Fuente: propia

## ii. Diagrama de actividades de registro de proyectos

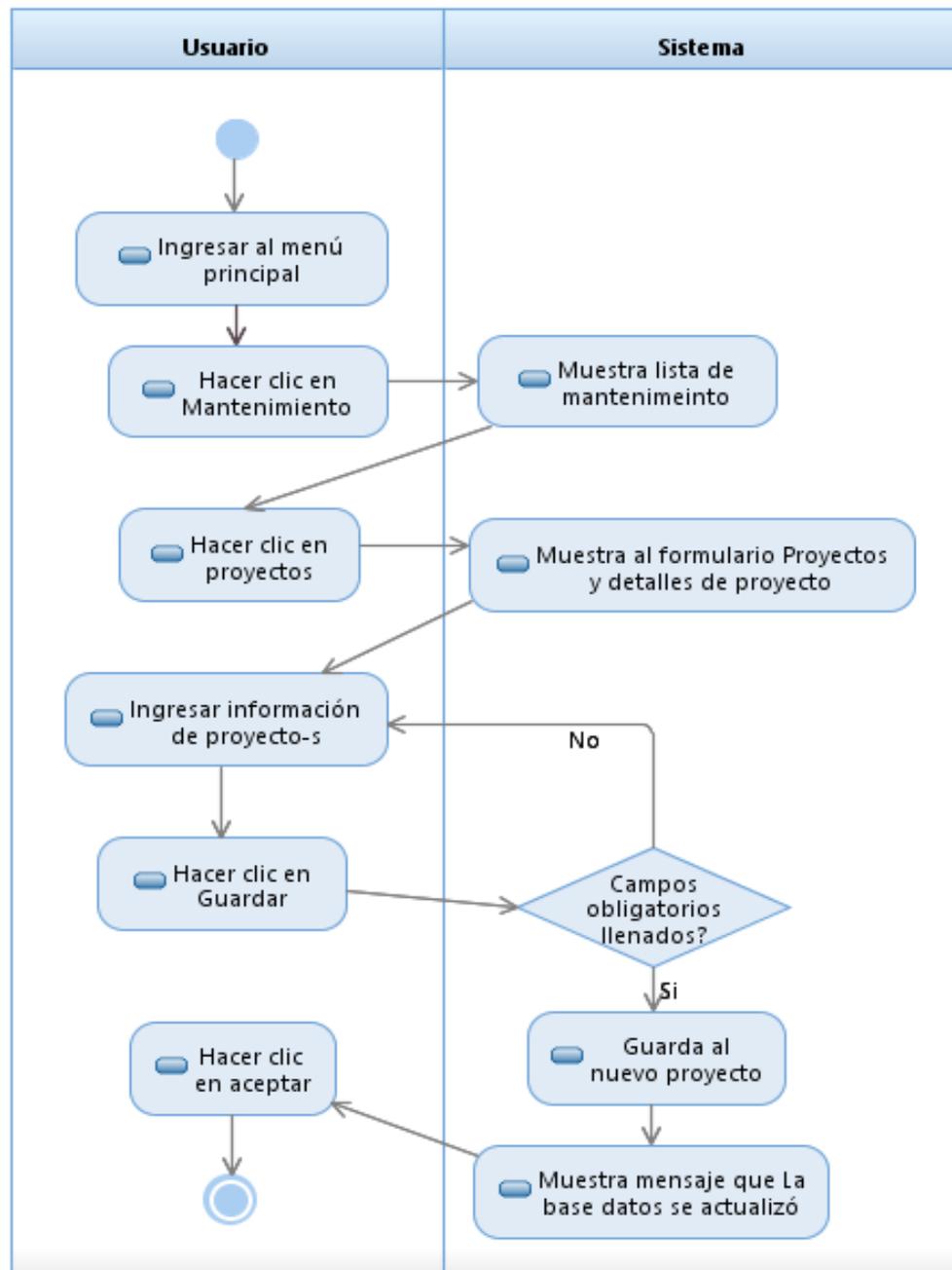


Figura 24. Diagrama de actividades de registro de proyectos

Fuente: Propia

### iii. Diagrama de actividades de registro de detalles de proyectos

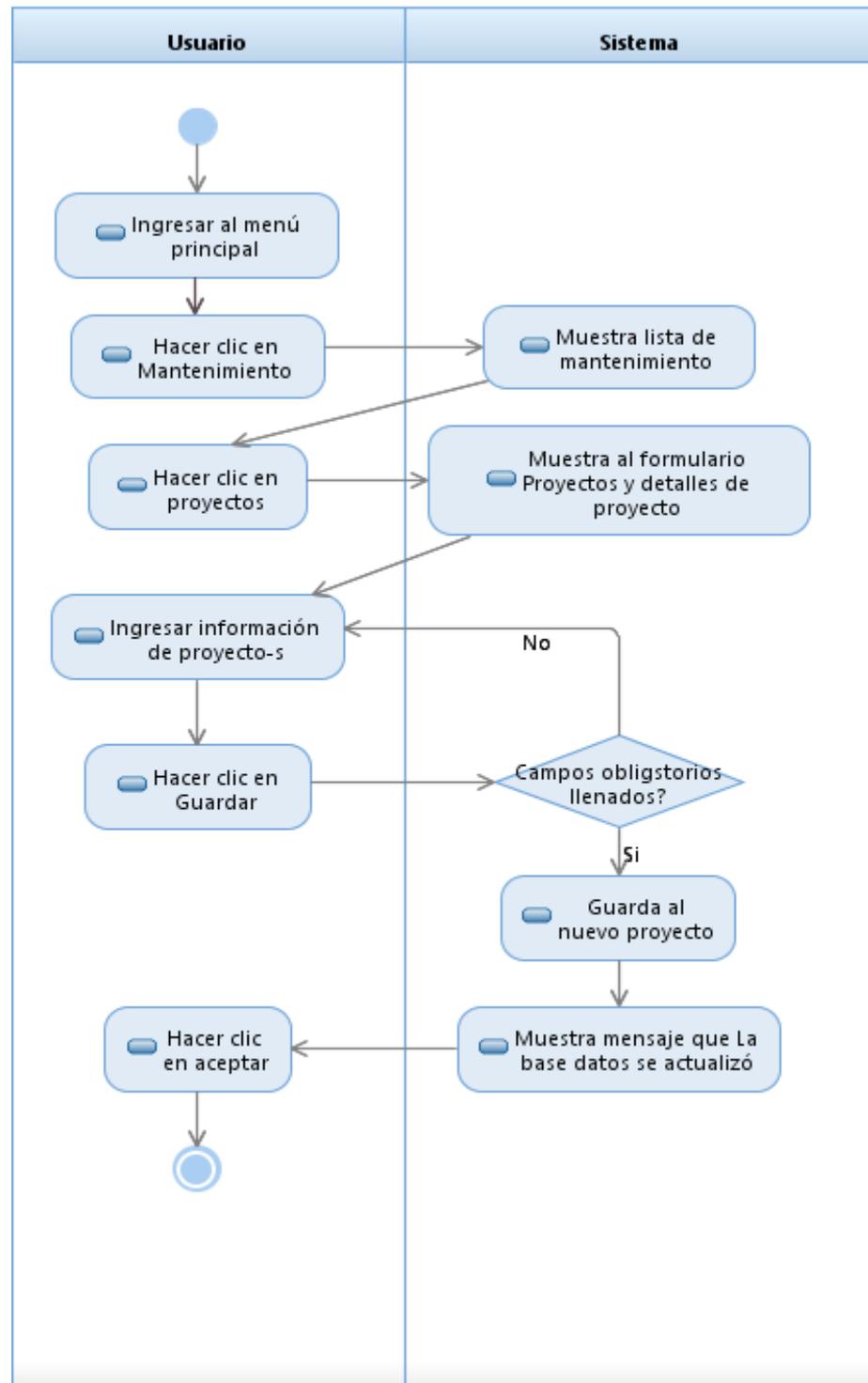


Figura 25. Diagrama de actividades de registro de detalles de proyecto  
Fuente: Propia

## B. Diagramas de actividades de preparación de muestras

## i. Elaborar envíos de leyes de mineral

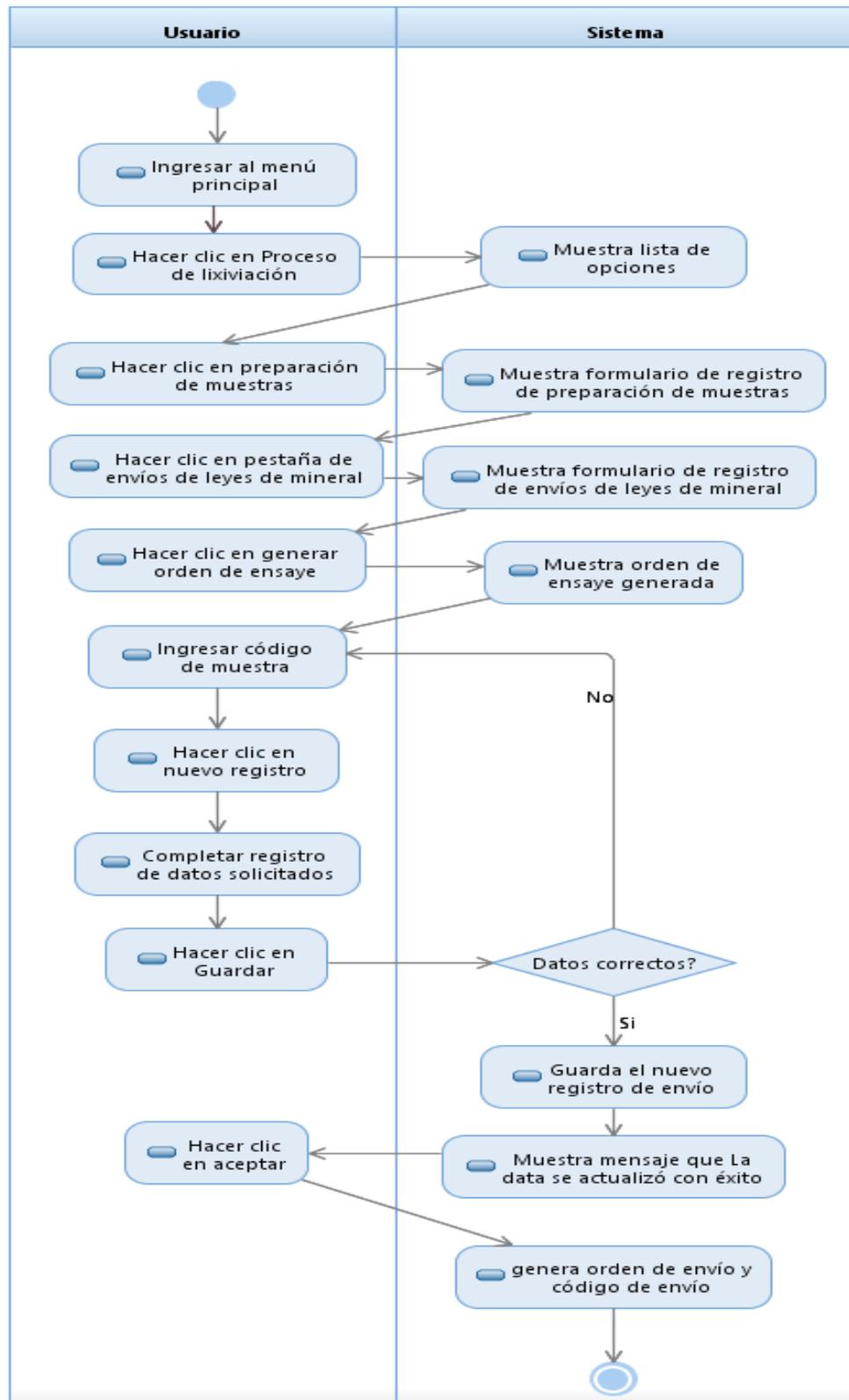


Figura 26. Elaborar envíos de leyes de mineral

Fuente: Propia

## ii. Registrar pruebas de mineral en botellas

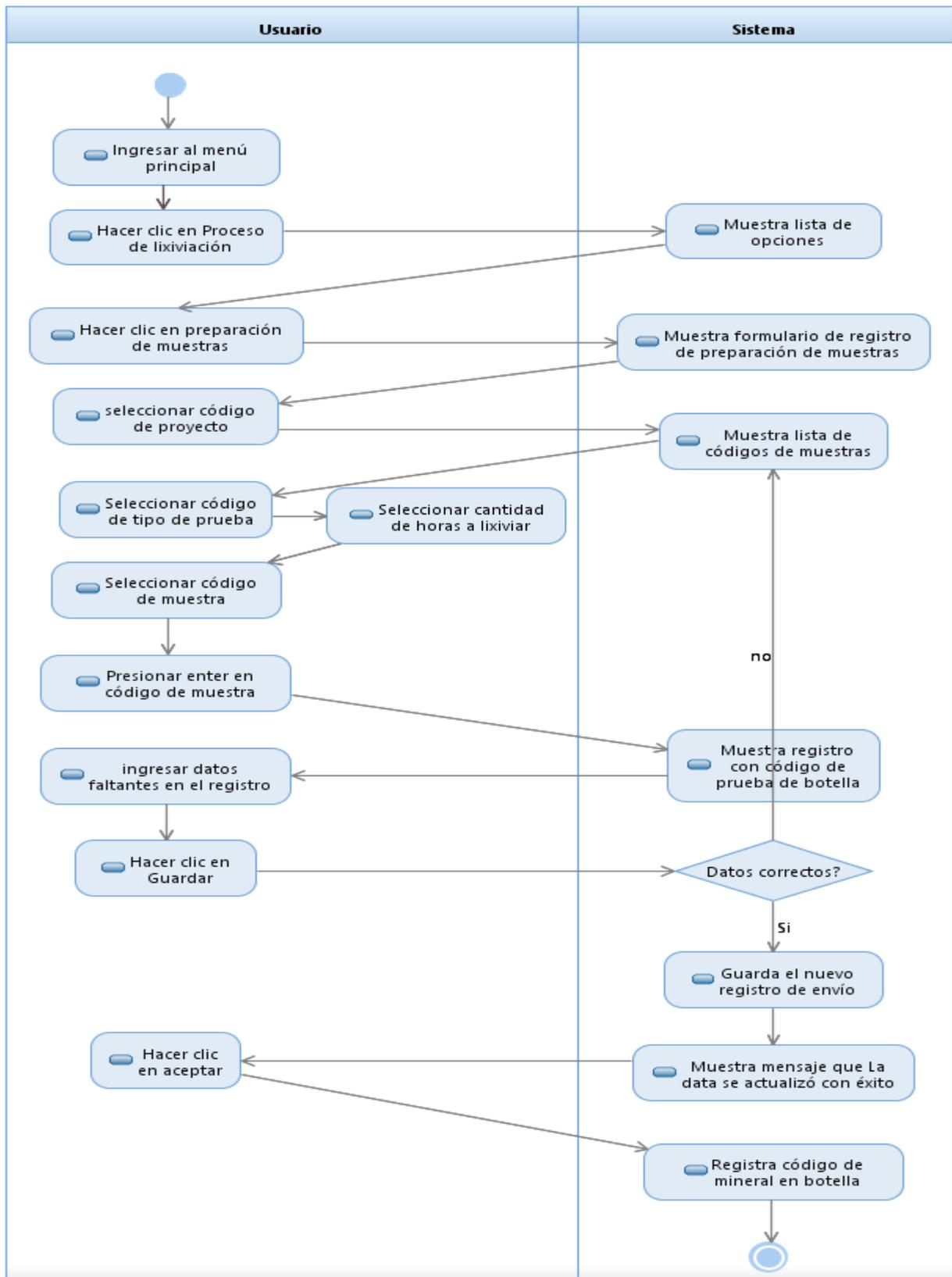


Figura 27. Registrar pruebas de mineral en botellas  
Fuente: Propia

### iii. Registrar Tipos de pruebas

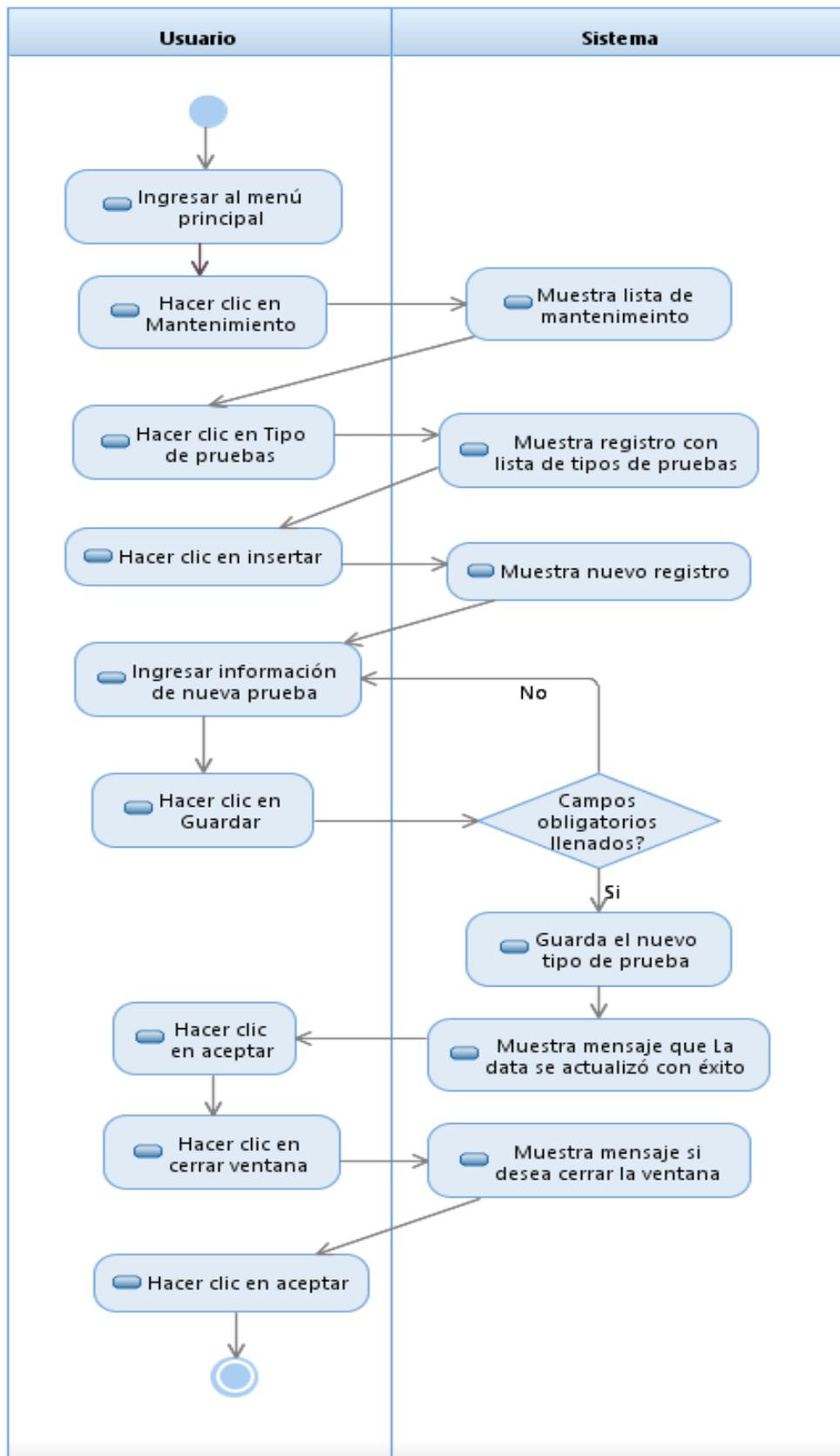


Figura 28. Registrar Tipos de pruebas  
Fuente: Propia

## C. Diagramas de actividades de lixiviación de muestras

### i. Elaborar envío de leyes de metal en solución

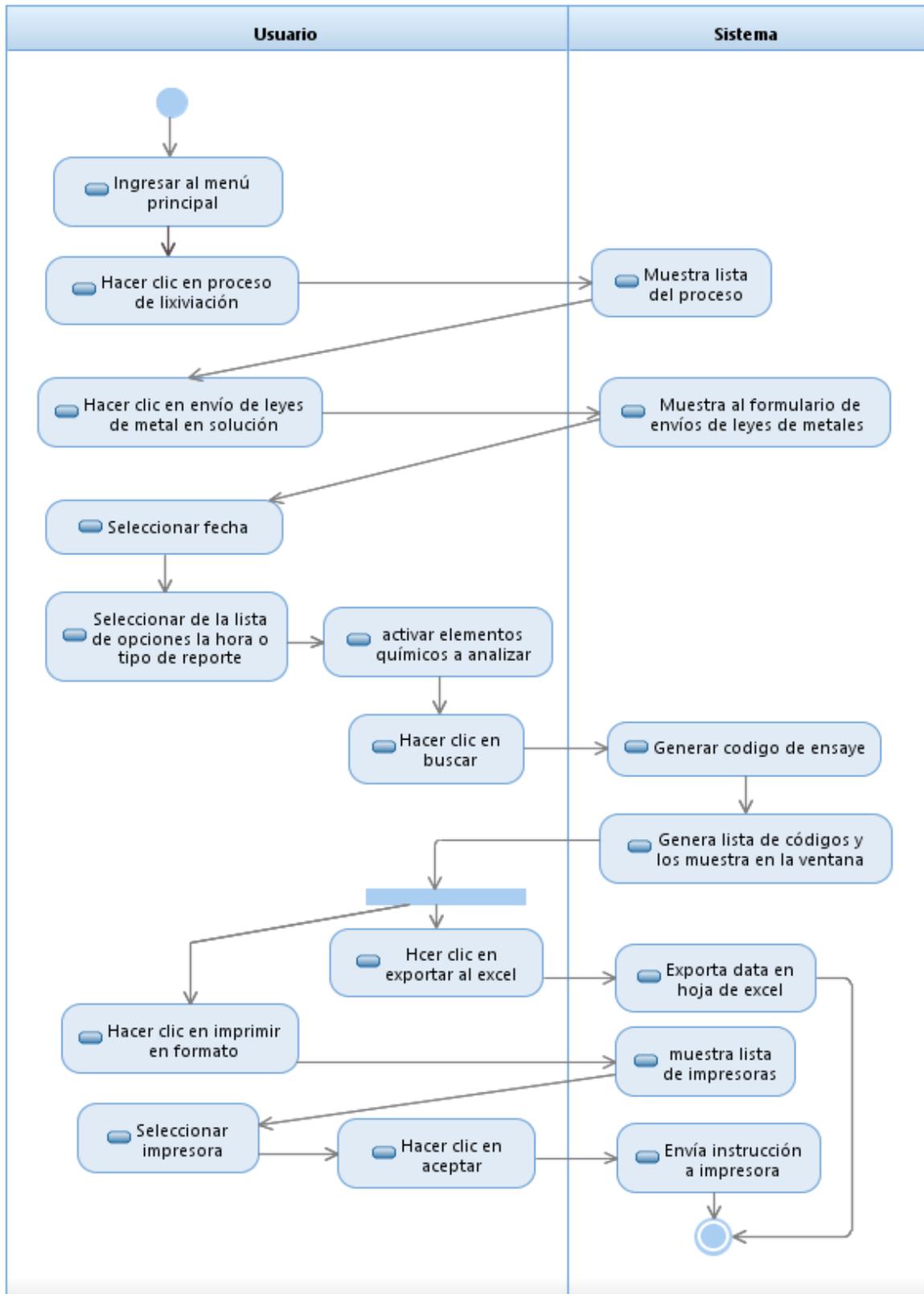


Figura 29. Elaborar envío de leyes de metal en solución  
Fuente: Propia

## ii. Registrar el proceso de lixiviación

### a. DA-Ingresar datos de las balanzas

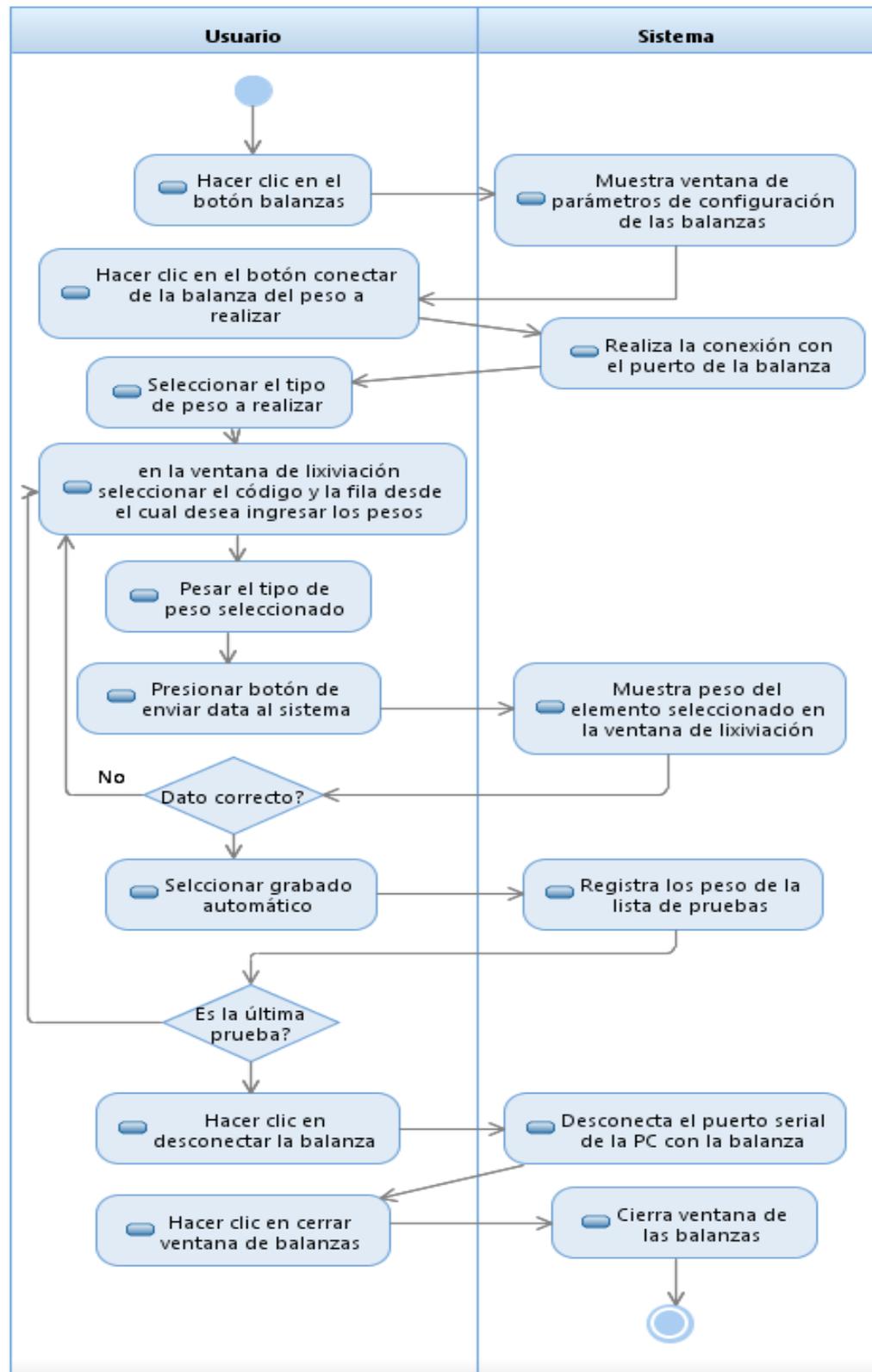


Figura 30. Ingresar datos de las balanzas  
Fuente: Propia

## b. DA-Ingresar datos de los peachímetros

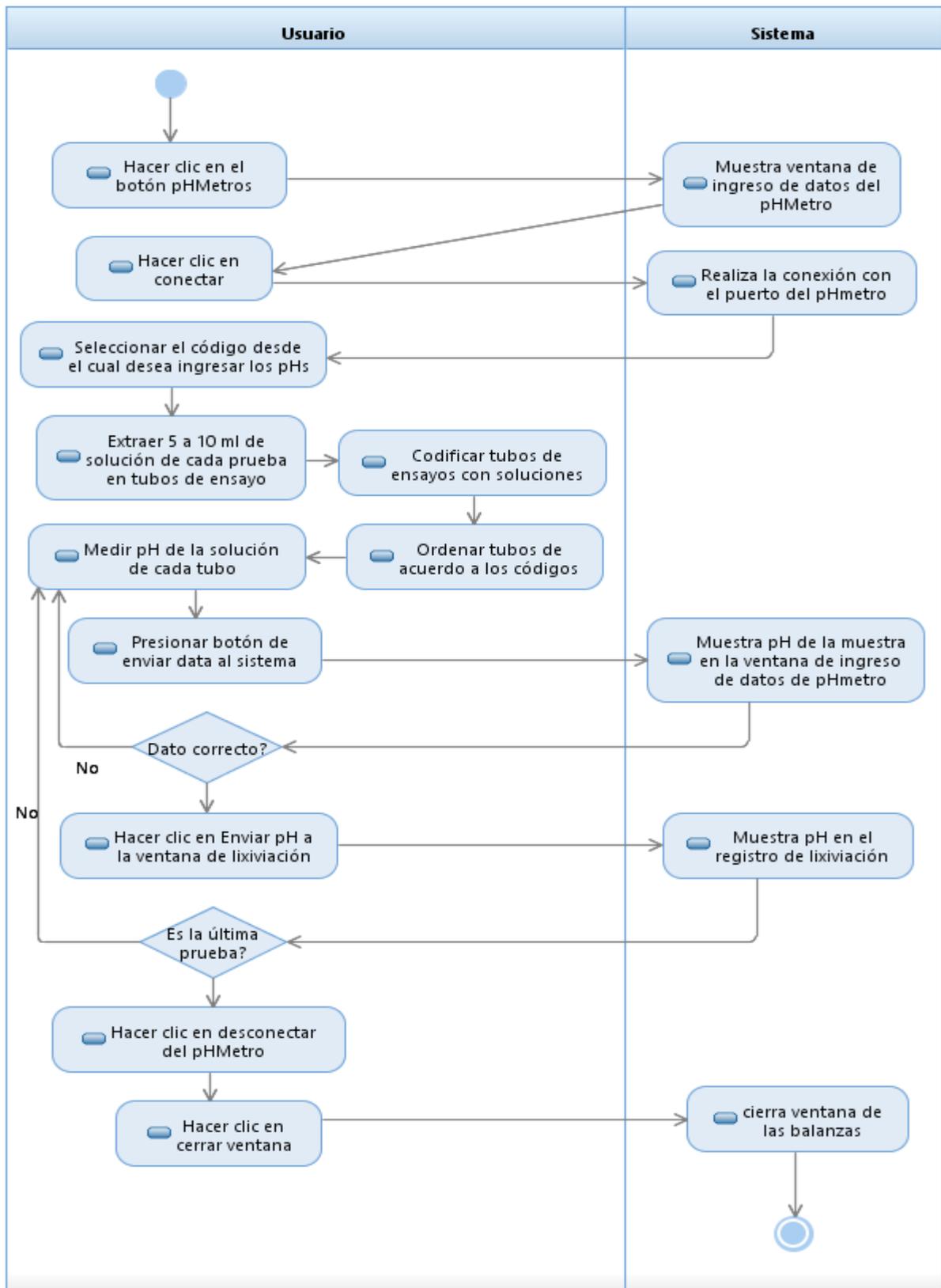


Figura 31. Ingresar datos de los peachímetros  
Fuente: Propia

c. DA-Proceso de lixiviación

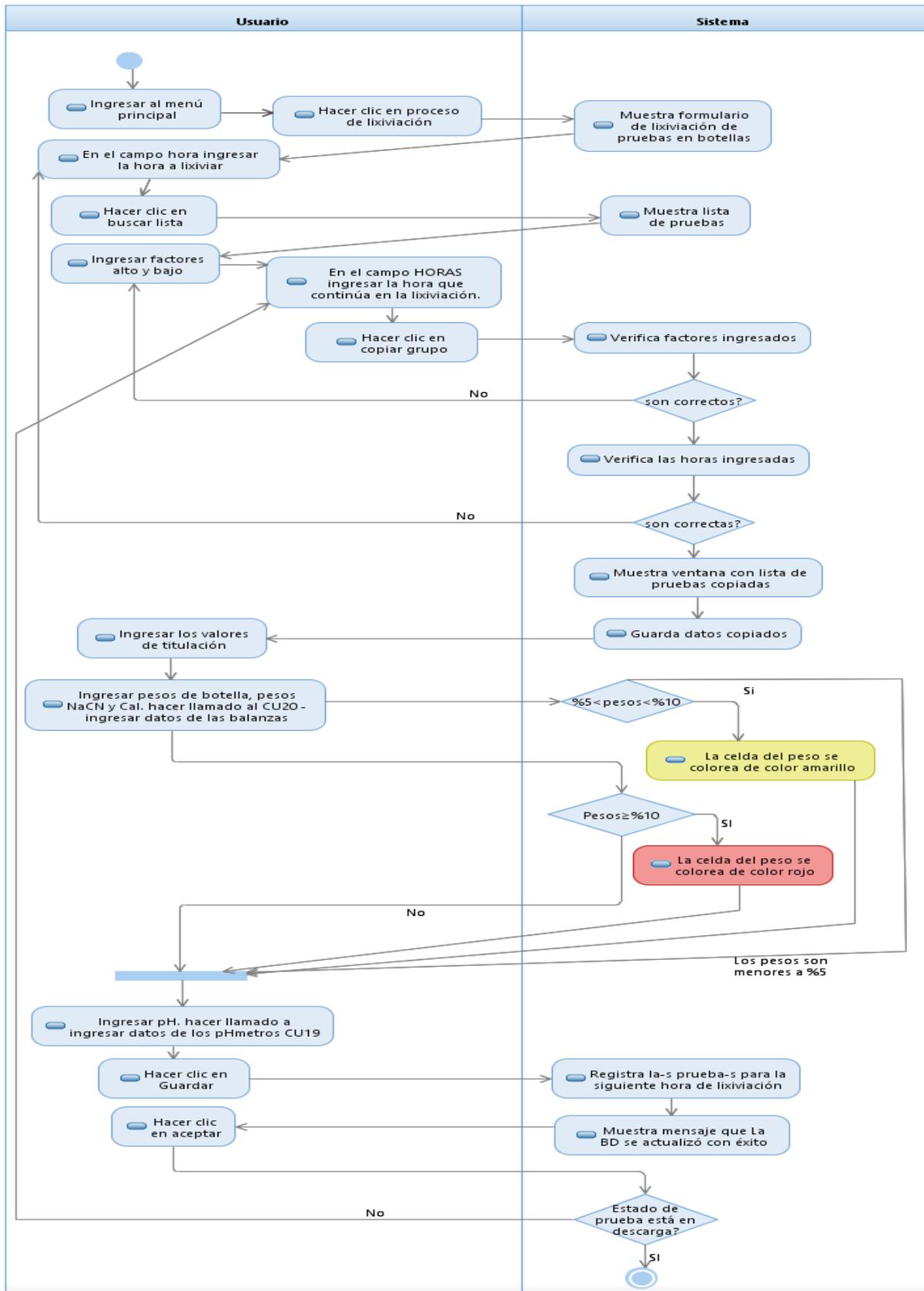


Figura 32. Proceso de lixiviación  
Fuente: Propia

### iii. Registrar pruebas alcalinizadas

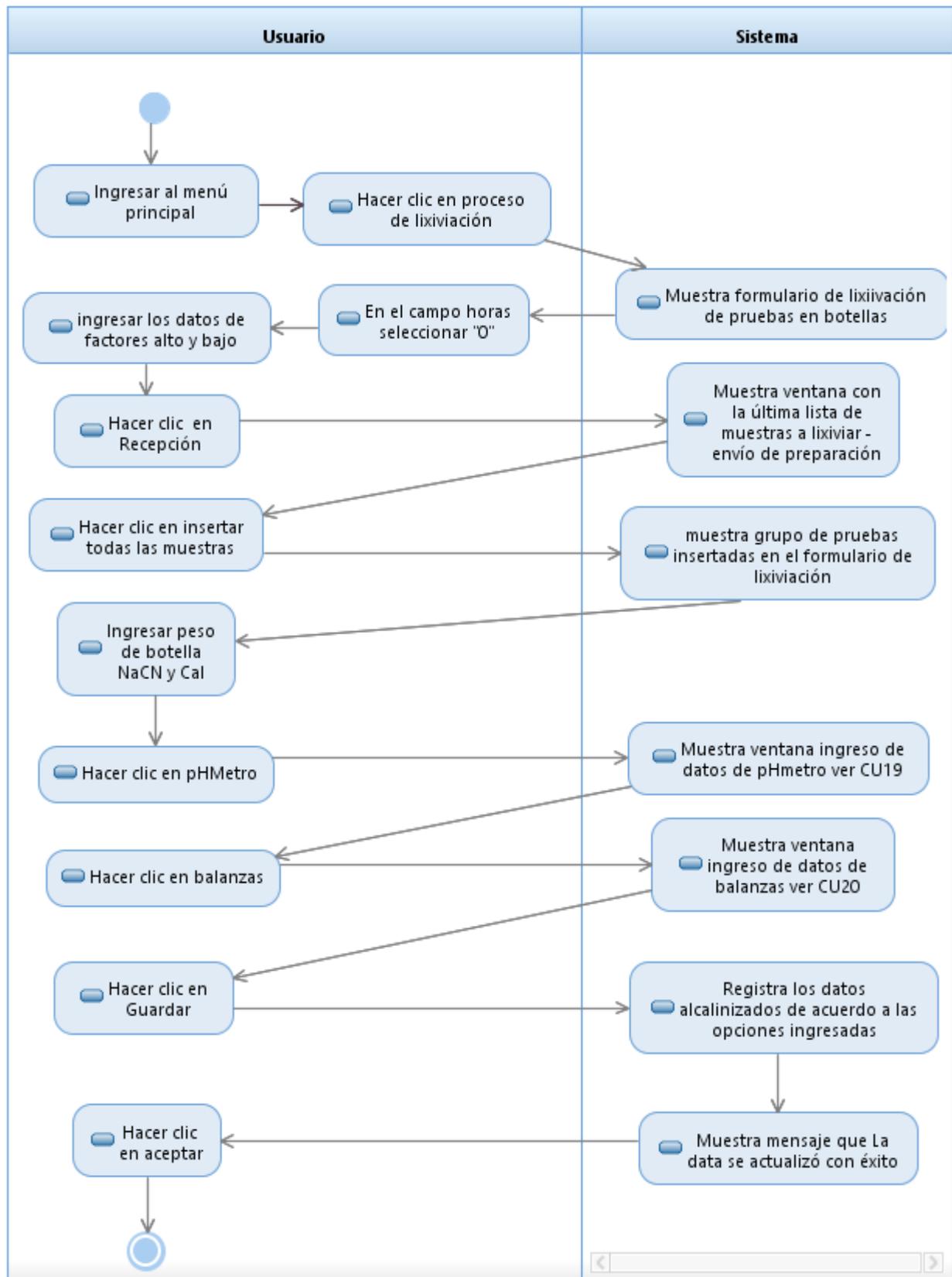


Figura 33. Registrar pruebas alcalinizadas

Fuente: Propia

D. Diagramas de actividades de balance metalúrgico

i. Diagramas de actividades de Detectar y corregir errores durante el proceso

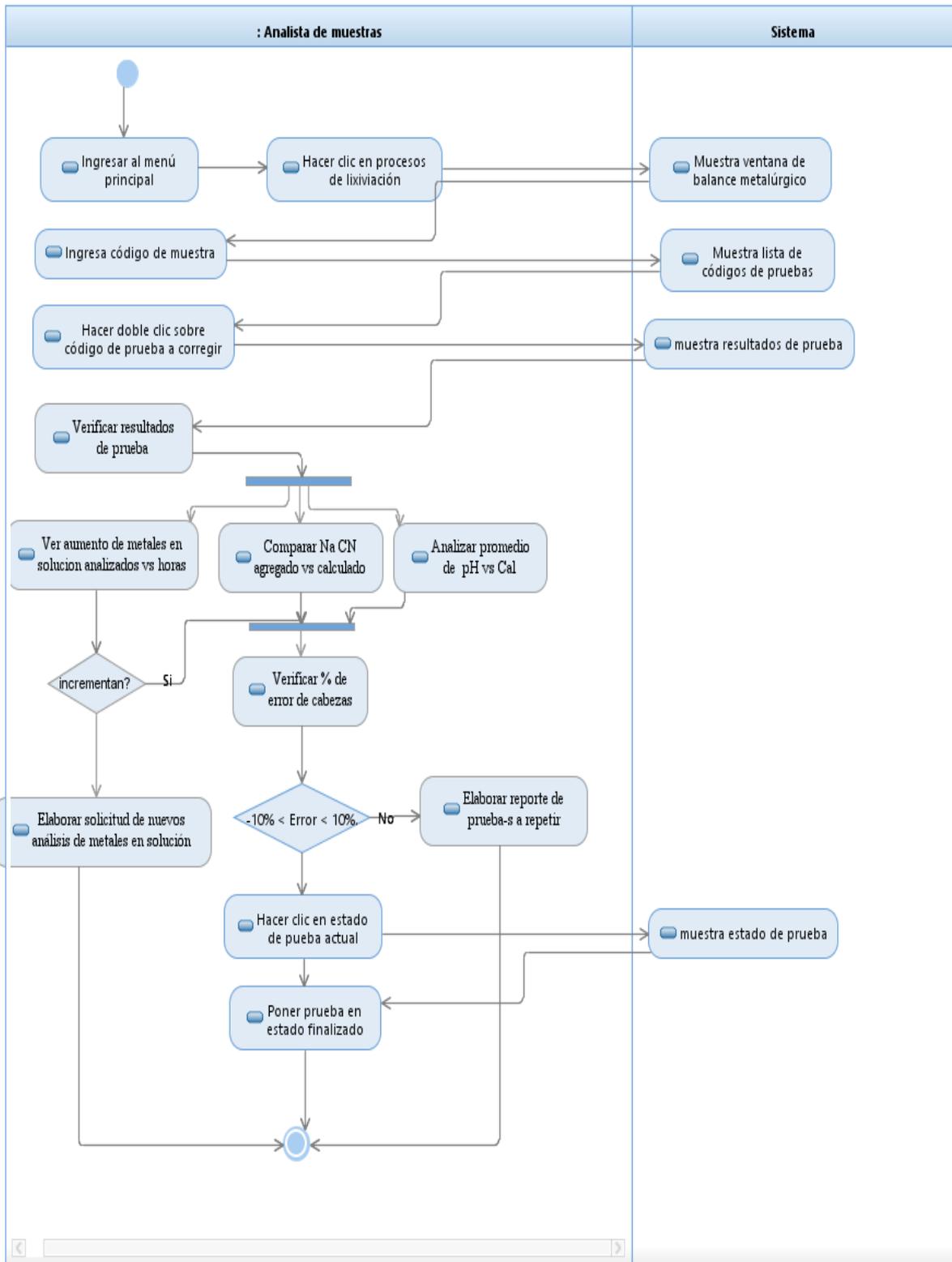


Figura 34. Detectar y corregir errores durante el proceso  
Fuente: Propia

ii. Diagramas de actividades de Verificar estado de muestras por proyecto

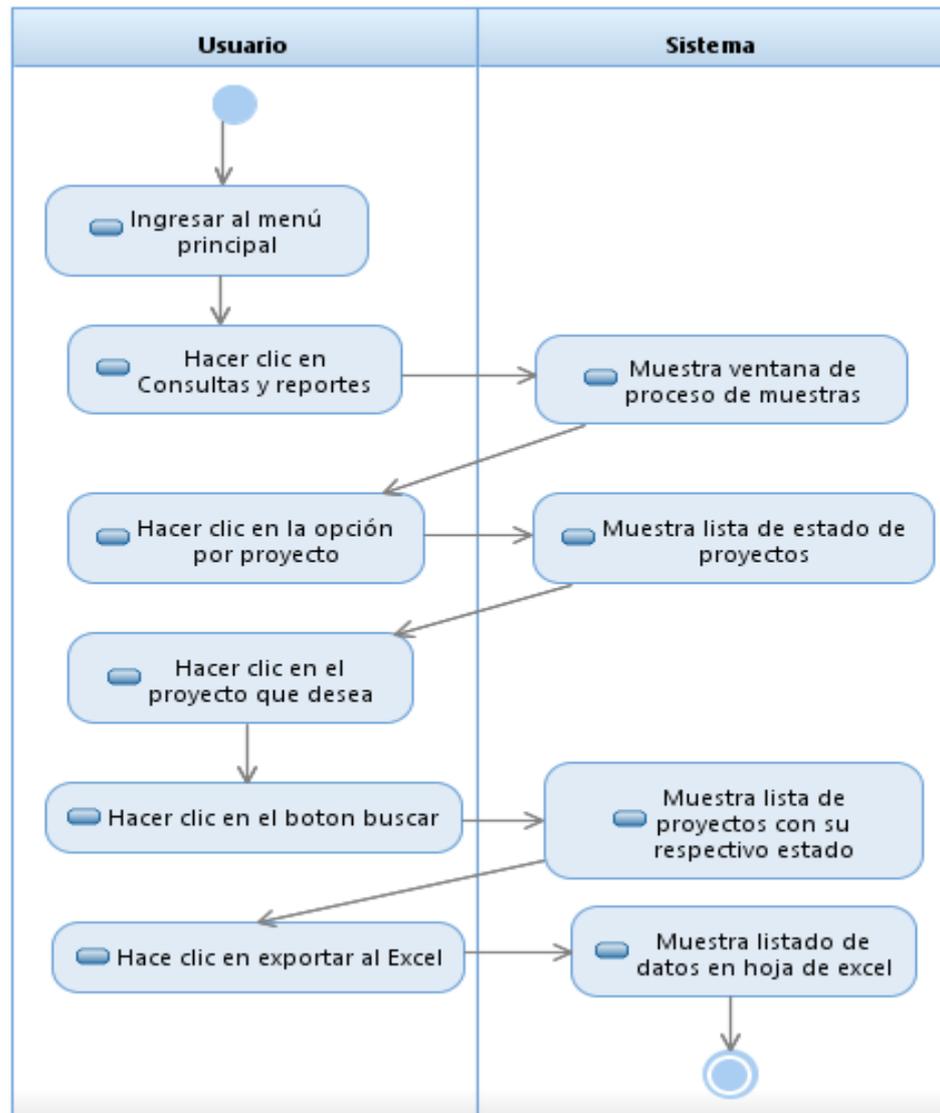


Figura 35. Verificar estado de muestras por proyecto

Fuente: Propia

### iii. Diagramas de actividades de Registrar relecturas

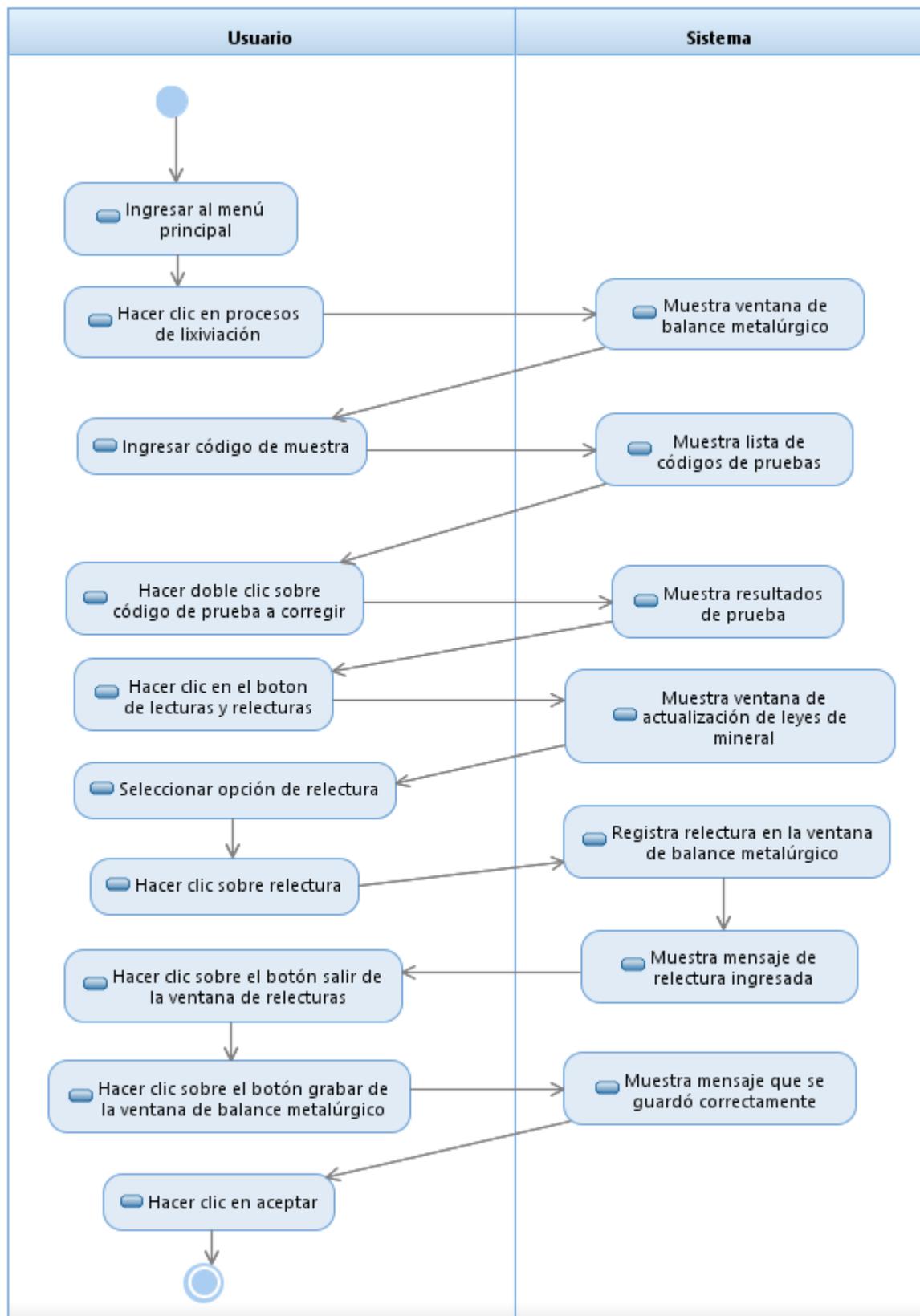


Figura 36. Registrar relecturas  
Fuente: Propia



### 3.2.4.8 Análisis y diseño

#### A. Diagrama de Paquetes de Análisis

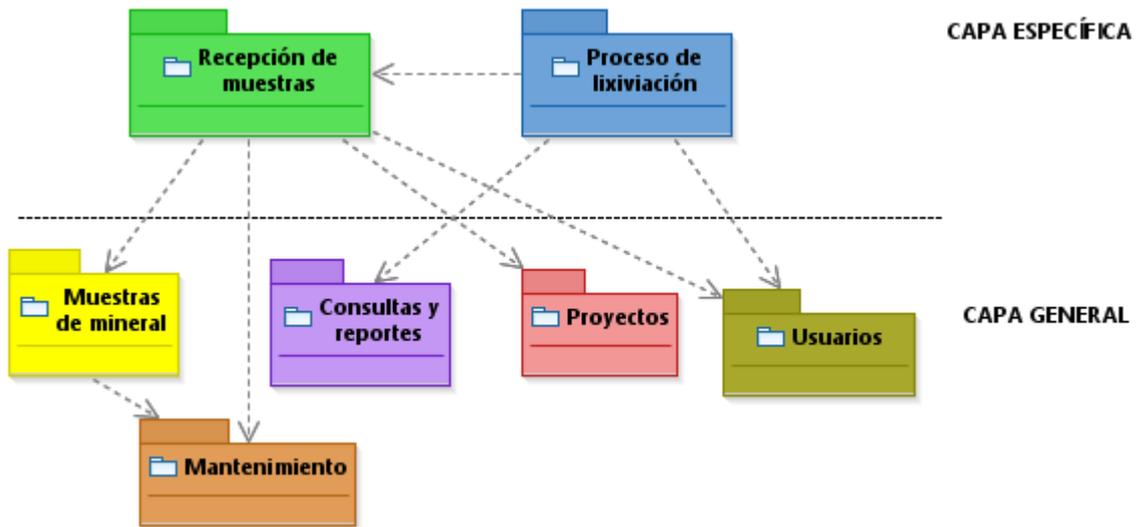


Figura 38. Diagrama de Paquetes de Análisis  
Fuente: Propia

#### B. Diagrama de clase de recepción de muestras

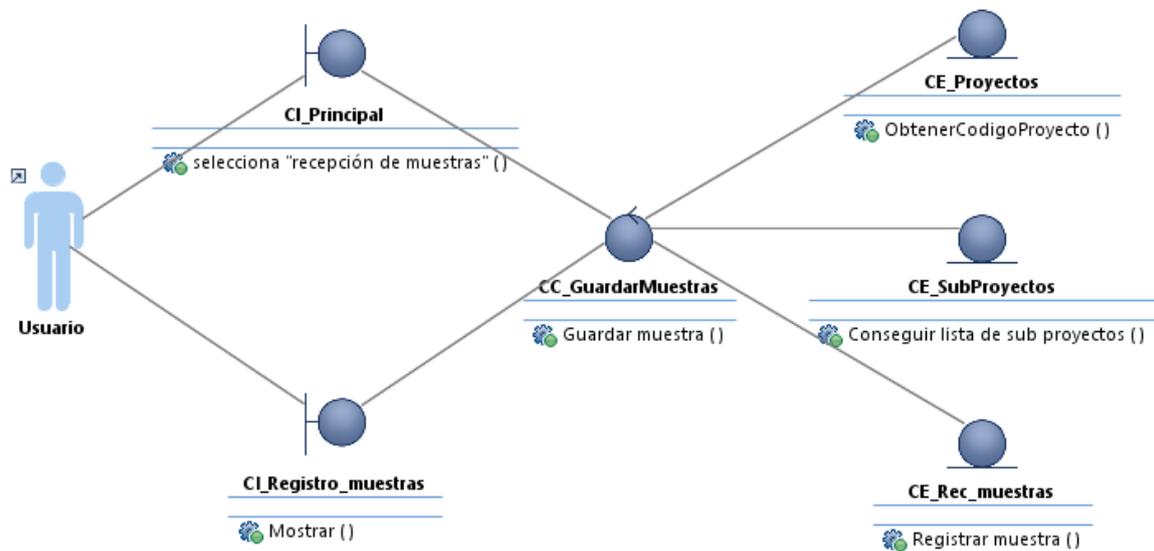


Figura 39. Diagrama de clase de recepción de muestras  
Fuente: Propia

### C. Diagrama de secuencia de recepción de muestras

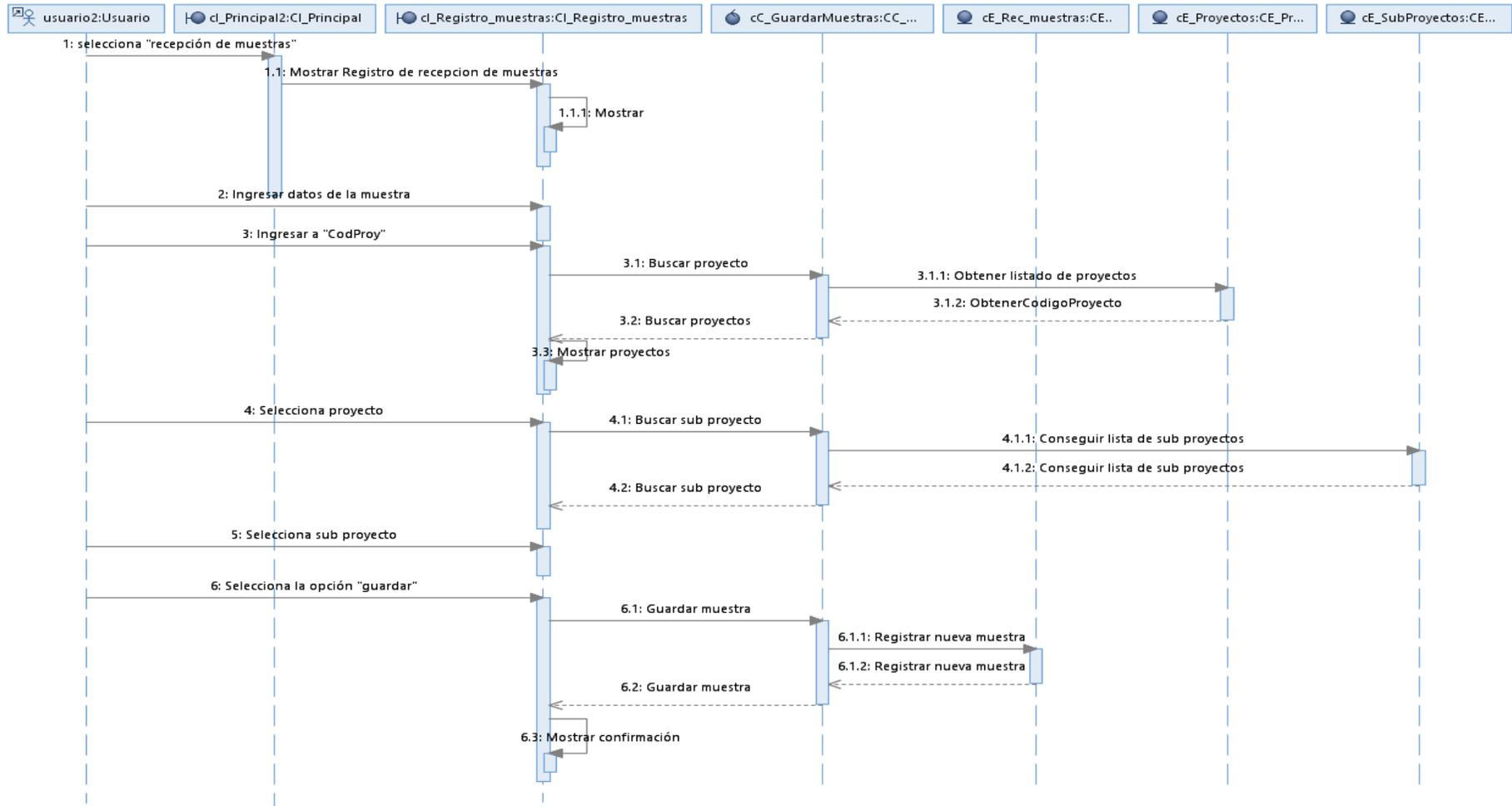


Figura 40. Diagrama de secuencia de recepción de muestras  
Fuente: Propia

### D. Diagrama de clase del proceso de lixiviación

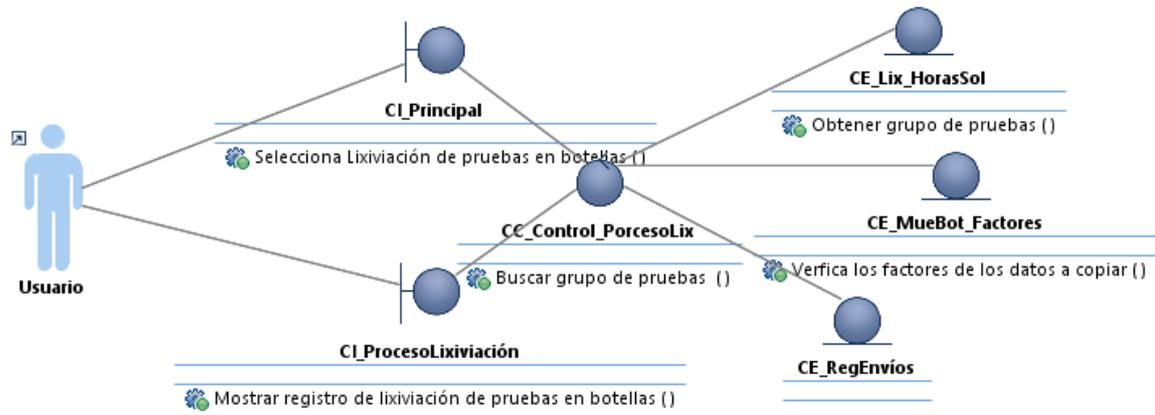


Figura 41. Diagrama de clase del proceso de lixiviación  
Fuente: Propia

### E. Diagrama de secuencia del proceso de lixiviación

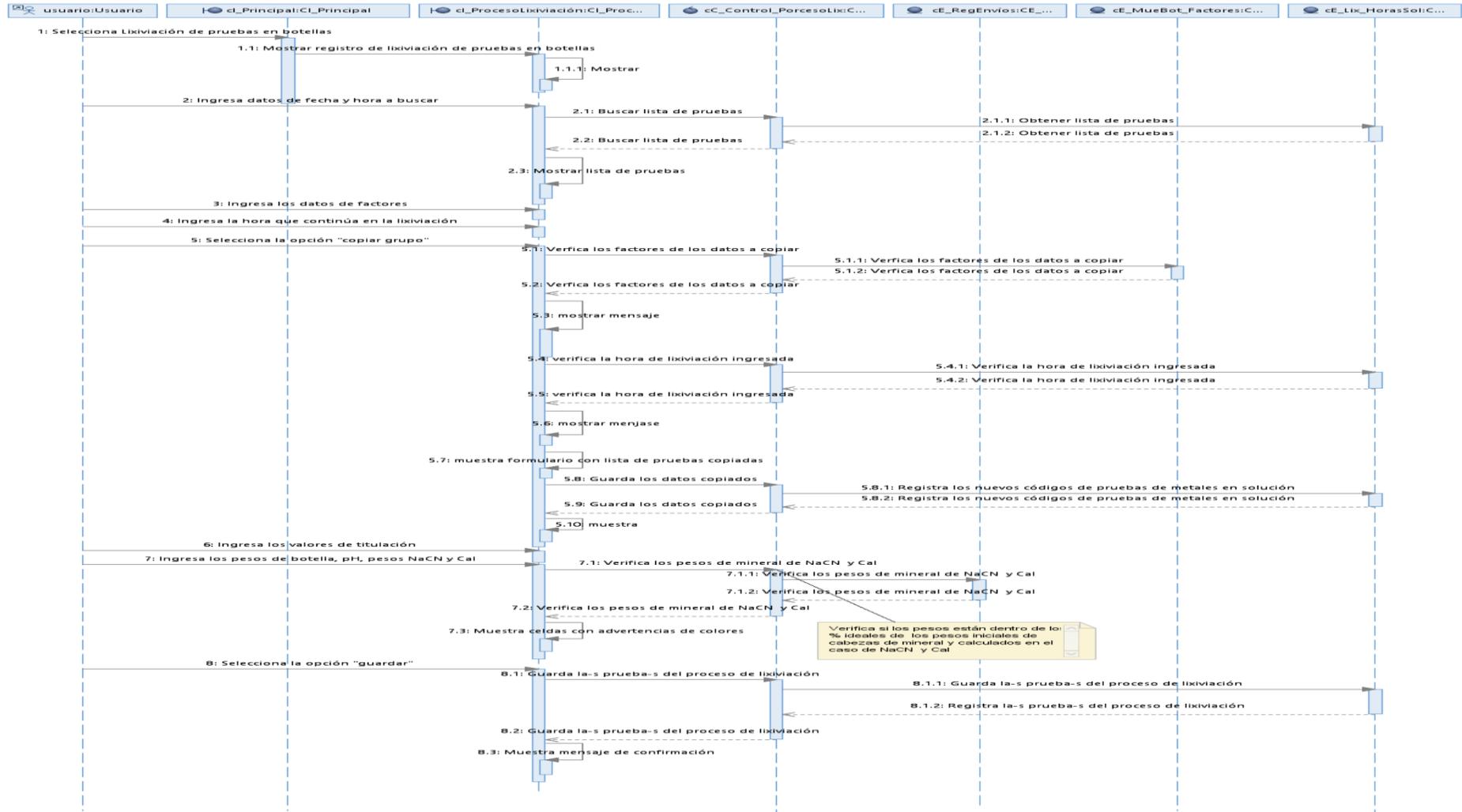


Figura 42. Diagrama de secuencia del proceso de lixiviación  
Fuente: Propia

F. Diseño de la base de datos- modelo conceptual

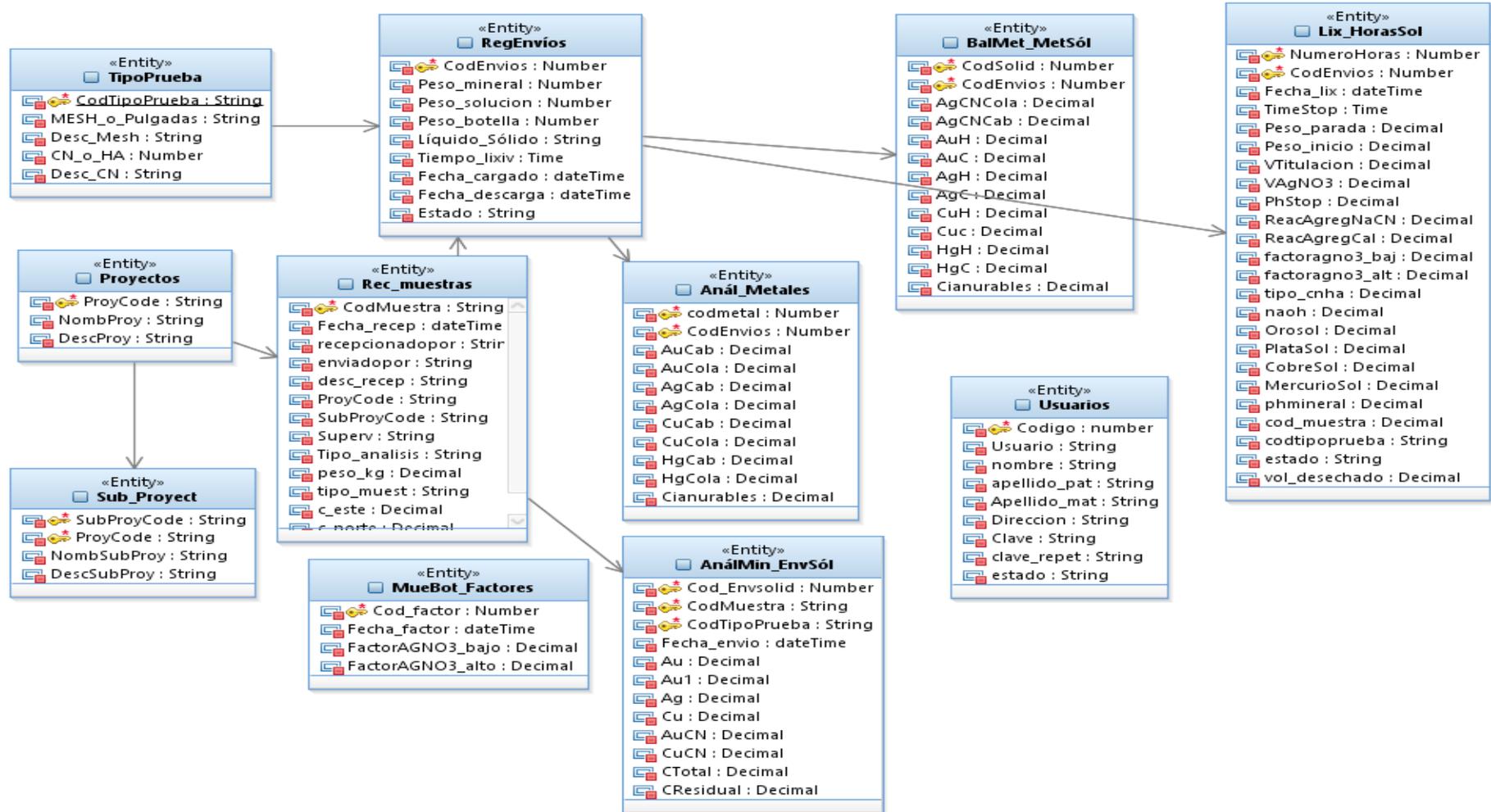


Figura 43. Diseño de la base de datos

Fuente: Propia

### G. Diagrama de componentes

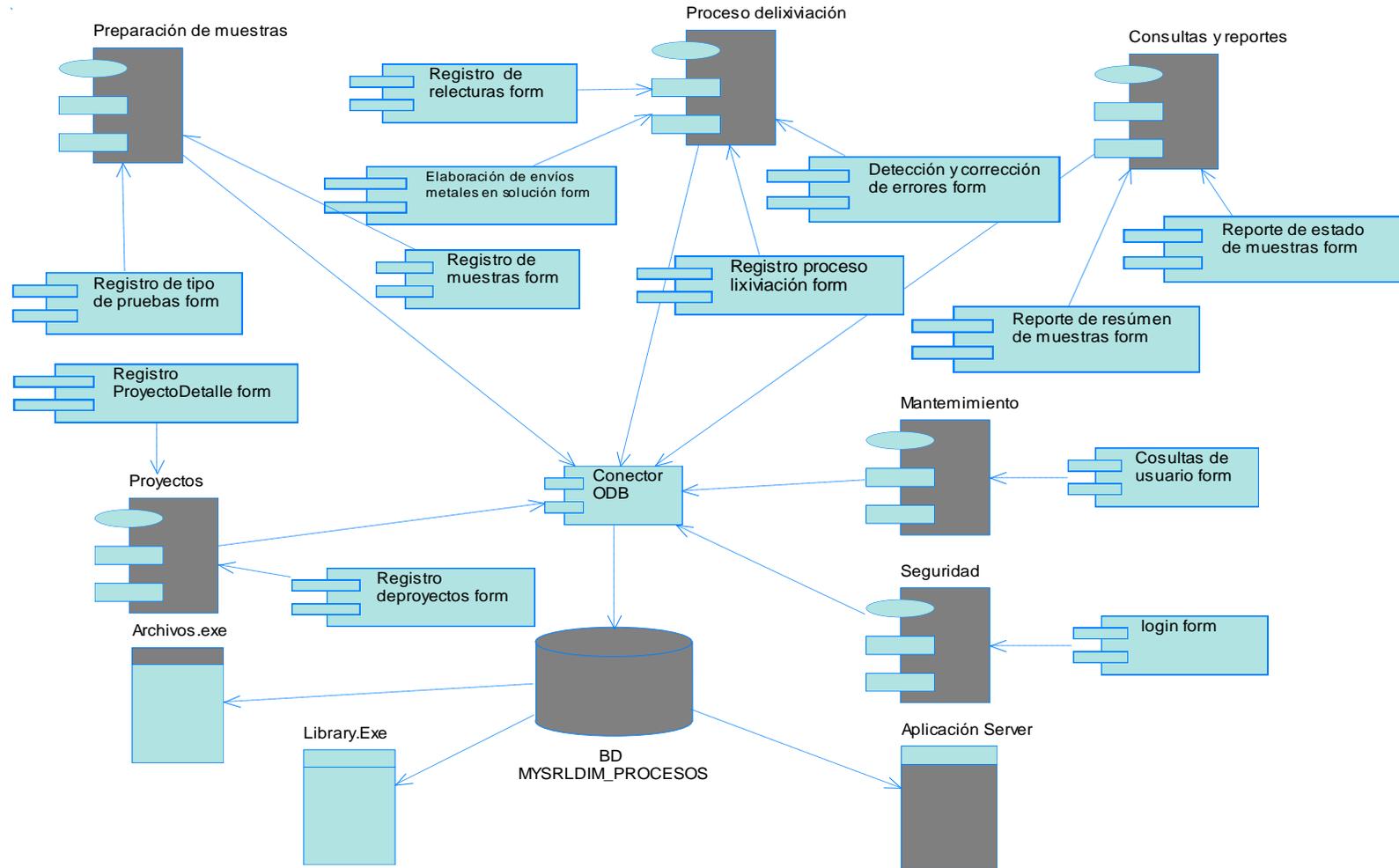


Figura 44. Diagrama de componentes  
Fuente: Adaptado (Córdova, 2014)

## H. Diagrama de implementación

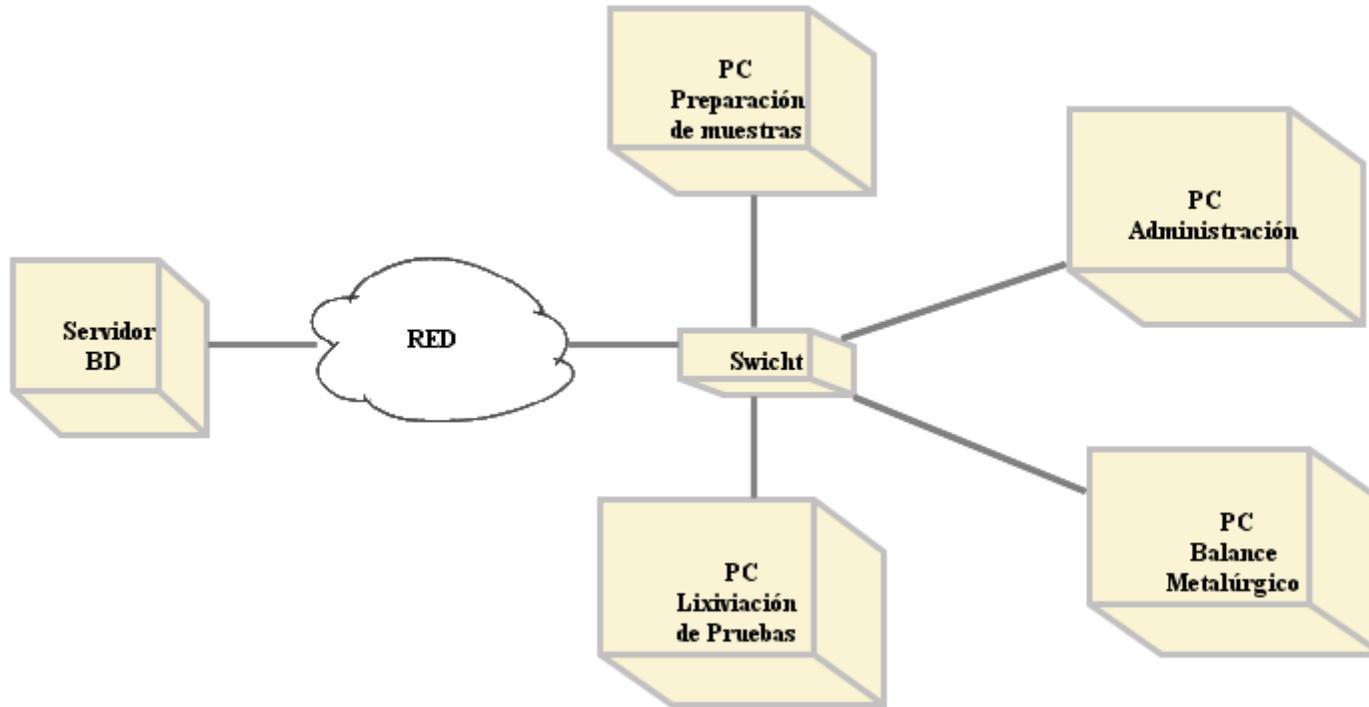
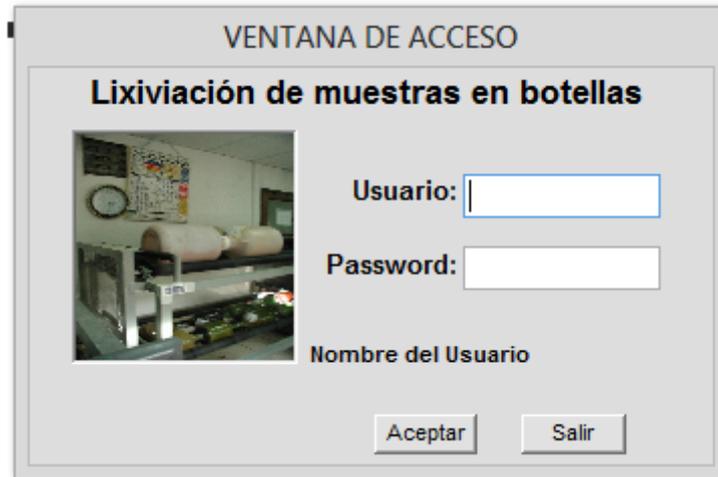


Figura 45. Diagrama de implementación  
Fuente: Propia

### 3.2.4.9 Implementación del sistema

#### A. Ingresar al sistema

Esta pantalla permite que el usuario pueda ingresar al sistema para poder manipular las pantallas asociadas a los diferentes procesos.



The screenshot shows a login window with the following elements:

- Title: VENTANA DE ACCESO
- Subtitle: Lixiviación de muestras en botellas
- Image: A small photograph of laboratory equipment, including a large cylindrical tank and a control panel.
- Fields: 'Usuario:' and 'Password:' input boxes.
- Label: 'Nombre del Usuario' below the password field.
- Buttons: 'Aceptar' and 'Salir' at the bottom.

Figura 46. Pantalla de ingreso al sistema  
Fuente: Propia

#### B. Menú principal

Esta Pantalla permite que el usuario pueda manipular todas las opciones del sistema.

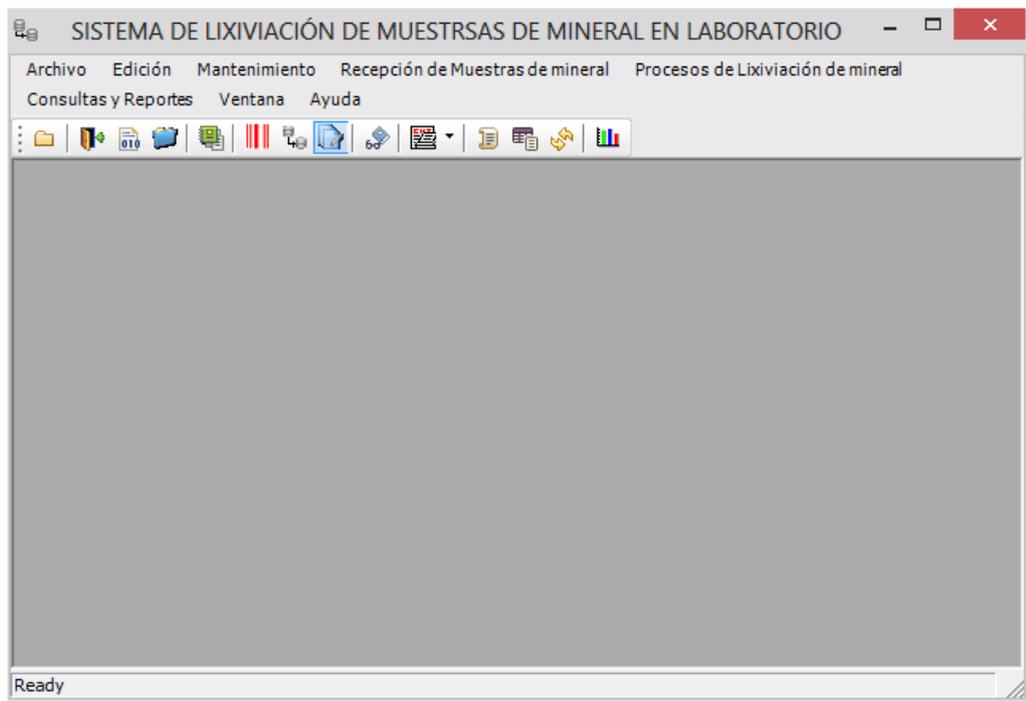


Figura 47. Menú principal  
Fuente: Propia

C. Mantenimiento Registro de muestras

Este módulo permite que el usuario pueda agregar muestras dentro de la base de datos.

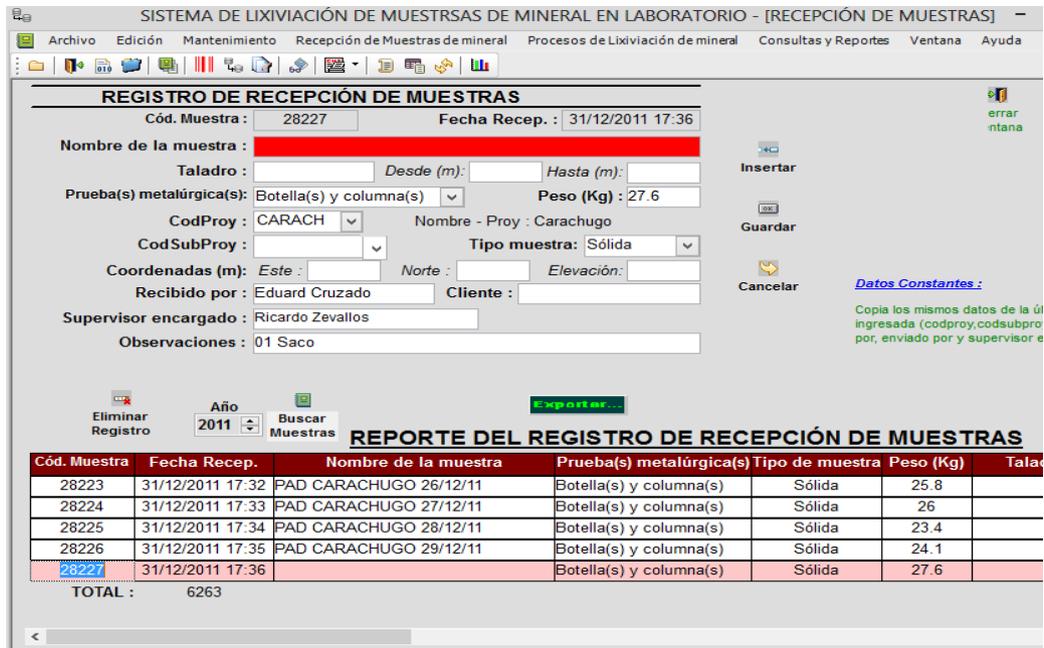


Figura 48. Mantenimiento Registro de muestras  
Fuente: Propia

D. Mantenimiento de registro de pruebas

Este Modulo permite que el usuario pueda registrar nuevos tipos de pruebas dentro de la base de datos.

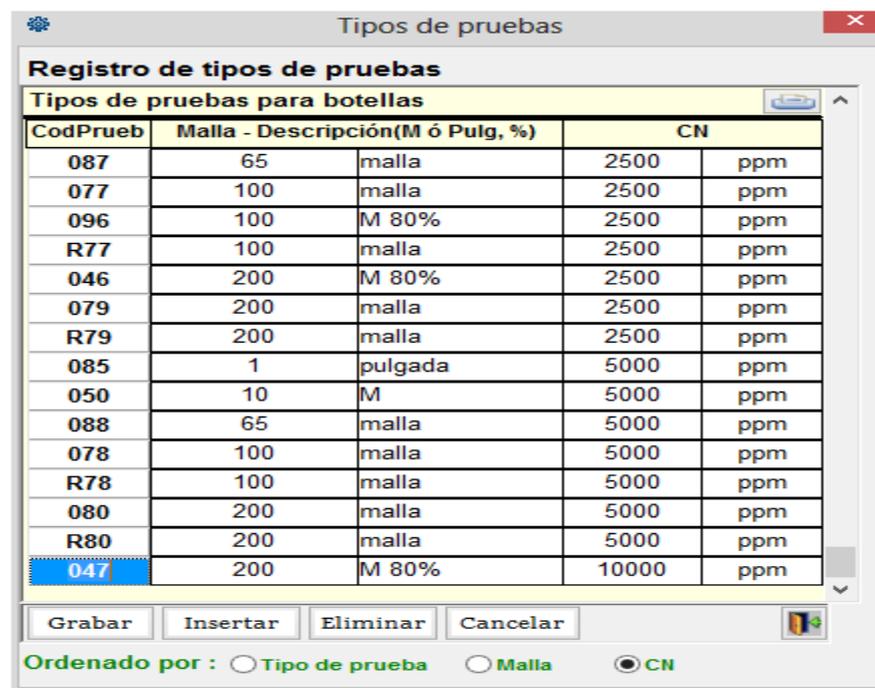


Figura 49. Mantenimiento de registro de pruebas  
Fuente: Propia

### E. Mantenimiento de Proyectos

Este módulo permite que el usuario pueda crear nuevos proyectos, dentro de la base de datos.

The screenshot shows a window titled "PROYECTOS Y SUS DETALLES". It contains a "REGISTRO DE PROYECTOS" section with three input fields: "CÓDIGO:" (containing "YA"), "NOMBRE:", and "DESCRIPCIÓN:". Below this is a "DETALLE DE LOS PROYECTOS" table with three columns: "Cód-Detalle", "Nombre", and "Descripción". The table lists several project codes and names. At the bottom, there are four buttons: "Nuevo", "Guardar", "Eliminar", and "Cancelar".

Cód-Detalle	Nombre	Descripción
LC	LA CARPA	
YA_COMP	Compósitos	
YA_ENC	Yanacocha Encajón	
YA_ETVII	Yanacocha Etapa siete	
YA_LAYB	Yanacocha LayBack	
YA_MAR	Yanacocha Marleny	
YA_MIR	Mirador	

Figura 50. Mantenimiento de Proyectos

Fuente: Propia

### F. Recepción de muestras

Este módulo permite que el usuario registre las muestras de mineral, dentro de la base de datos.

The screenshot shows a window titled "SISTEMA DE LIXIVIACIÓN DE MUESTRAS DE MINERAL EN LABORATORIO". It features a menu bar with "Archivo", "Edición", "Mantenimiento", "Recepción de Muestras de mineral", and "Procesos de Lixiviación de mineral". Below the menu is a toolbar with various icons. The main area is titled "REGISTRO DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS" and contains several input fields: "Cód. Muestra:" (30219), "Fecha Recep.:" (20/04/2018 09:18), "Nombre de la muestra:" (redacted), "Taladro:" (with "Desde (m):" and "Hasta (m):" sub-fields), "Prueba(s) metalúrgica(s):" (dropdown), "Peso (Kg):" (input), "CodProy:" (dropdown), "Nombre - Proy:" (input), "CodSubProy:" (dropdown), "Tipo muestra:" (dropdown), "Coordenadas (m):" (with "Este:", "Norte:", and "Elevación:" sub-fields), "Recibido por:" (input), "Cliente:" (input), "Supervisor encargado:" (input), and "Observaciones:" (input). On the right side, there are three buttons: "Insertar", "Guardar", and "Cancelar".

Figura 51. Recepción de muestras

Fuente: Propia

### G. Proceso de preparación de muestras de mineral

En esta pantalla el usuario registra la preparación de muestras, el proceso de lixiviación, balance metalúrgico, dentro de la base datos.



Figura 52. Proceso de lixiviación de pruebas de mineral  
Fuente: Propia

### H. Proceso de lixiviación de pruebas en botellas

En esta pantalla el usuario registra la lixiviación de las pruebas en botellas, el cual enlaza además el registro de las balanzas y peachímetros, dentro de la base datos.

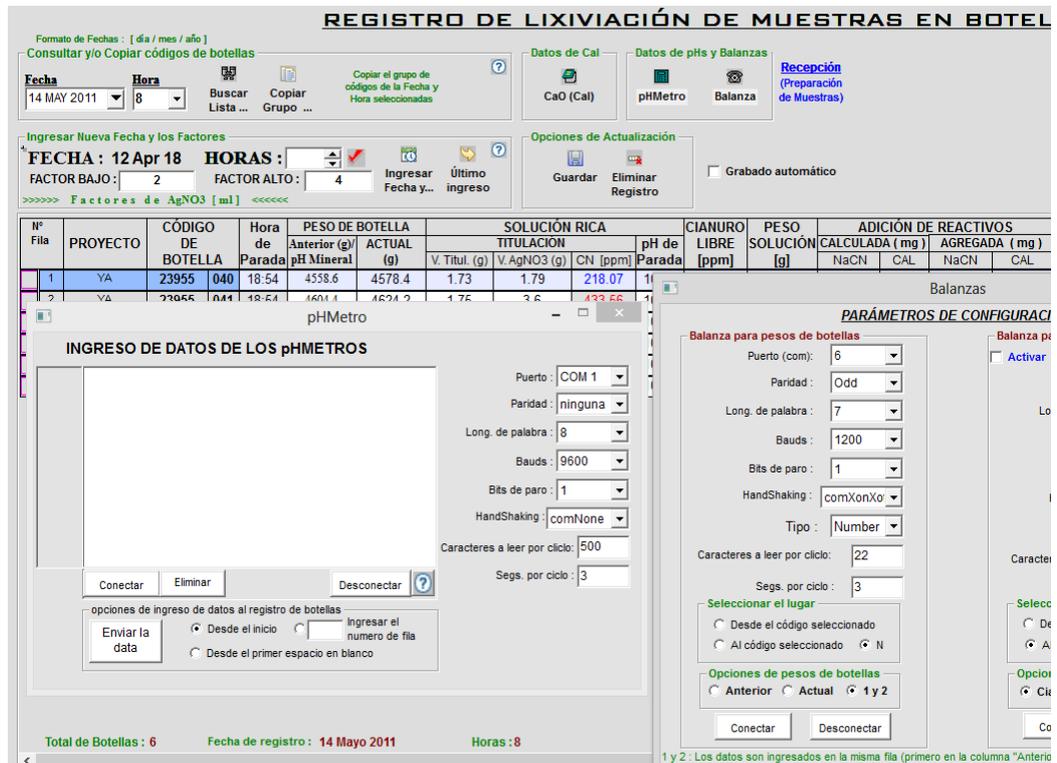


Figura 53. Proceso de lixiviación de pruebas en botellas  
Fuente: Propia

I. Reporte de detalle de muestras cianuradas en botellas

En esta pantalla el usuario realiza las consultas de reportes de las pruebas lixiviadas de cada proyecto.

Detalle de muestra cianurada en botella | Todas las pruebas de una Muestra

Reportes detallados de muestras cianuradas en botellas

Máxima Extracción [%] - PIM  
  Última Extracción [%] - PFM  
 Cód. Muestra  
 Tip. Prueba  
 Exportar datos ...  
 Exportar...

Máxima Extracción [%] - PFM  
 Reporte "Preliminar"

PIM, PFM: Peso Inicial y Final de Mineral

---

**PROYECTOS Y SUB-PROYECTOS (Botellas)**  
 COD PROYECTO    NOMBRE  
 + Santiago de Chile  
 + Proyecto manuel  
 + Proyecto Juan  
 + Proyecto Santos  
 + Proyecto Keller  
 + Proyecto unos  
 + Proyecto ++++  
 + Proyecto -----  
 + Proyecto Sur

**Última Extracción [%] - PFM (Peso Final de Mineral)**

CÓDIGO MUESTRA : 2500025    TIPO DE PRUEBA : 002    DES

PESO DE BOTELLA (g): 3373.40    CN : 150 ppm    pH:

PESO DEMINERAL (g): 509.00    MALLA : -10M    LÍQUID

PESO DE SOLUCIÓN (g): 763.50    PESO FINAL DE MINERAL (g): 501.90

PESO TOTAL (g): 4645.90

HORAS DE LIXIV.	CN- [ppm]	pH	React. Agregado		Volúm. Desech. [ml]	ORO							
			NACN [mg]	CAL [mg]		Solución [ppm]	Solución [mg]	D. Acum. [mg]	Total [mg]	Rec. (%) Acum.	Solución [ppm]	Solución [mg]	
0	150.00	10.35	215.7	525.3	0.0				0.000	0.000	0.00		
2	57.03	10.39	135.8	72.3	3.6				0.000	0.000	0.00		
4	125.82	10.68	34.5		20.6	0.258	0.197	0.005	0.202	66.31	0.33	0.25	
8	115.34	10.59	50.2	88.2	19.6	0.268	0.205	0.011	0.215	70.53	0.38	0.29	
24	149.52	10.82			19.7	0.278	0.212	0.016	0.228	74.83	0.41	0.31	
48	125.55	10.14	35.2	103.4	20.8	0.273	0.208	0.022	0.230	75.44	0.43	0.33	
72	136.06	10.03			20.7	0.288	0.222	0.028	0.250	81.82	0.50	0.39	

METAL	Au	Ag	Cu	Hg
CABEZA ENSAYADA [ppm]	0.6165	1.576	378.18	12.94
COLA ENSAYADA [ppm]	0.1105	0.695	266.406	19.79
RECUPERACIÓN ENSAYADA [%]	82.076	55.90	29.56	-52.98
CABEZA CALCULADA [ppm]	0.608	1.55	398.99	0.00
RECUPERACIÓN CALCULADA [%]	81.821	55.16	33.23	0.00
METAL EN SOLUCIÓN [mg]	0.250	0.43	66.5	
METAL EN COLA [mg]	0.055	0.35	133.71	9.93
METAL TOTAL [mg]	0.305	0.78	200.25	0.00

CONSUMO  
NaCN ( Kg/t)  
CAL ( Kg/t)

Figura 54. Reporte de detalle de muestras cianuradas en botellas

Fuente: Propia

### 3.3 Tipo, nivel, diseño y método de investigación

Carrasco (2008) afirma: El Tipo de investigación es aplicada, esta investigación se realiza con el objeto inmediato de modificar, o producir cambios cualitativos en la estructura. El Nivel de investigación es de acuerdo a la naturaleza del estudio de la investigación, tiene las características de un estudio descriptivo. En este nivel se conoce, identifica y describe las características esenciales del fenómeno social en estudio. El Diseño y método de investigación, en el proyecto de Investigación para contrastar la hipótesis aplicaremos el método experimental; es decir, donde el investigador manipula intencionalmente una variable independiente para observar los efectos en la variable dependiente. En el diseño se aplicará el diseño Pre experimental dentro del cual emplearemos el estudio del caso con una sola medición; este diseño consiste en la aplicación de un estímulo o tratamiento a un grupo y después realizar una medición en una o más variables, para observar cual es el nivel de los efectos en estas variables. Su diagrama es el siguiente:

#### G X O

A continuación, se presenta la simbología:

**G:** Grupo de personas o individuos (G1, grupo 1)

**X:** Tratamiento, estímulo o condición experimental (presencia de algún nivel de la variable independiente)

**O:** Una medición a los sujetos de un grupo (prueba, cuestionario, observación, tarea, etc.). Si aparece antes del estímulo se refiere a un pre prueba y si aparece después del estímulo se trata de una pos prueba.

Para el proyecto de investigación tenemos:

Simbología: OG: Objetivo General, CP: Conclusión Parcial

CF: Conclusión Final, HG: Hipótesis General

VI: Variable Independiente, VD: Variable Dependiente

Diagrama del Proyecto de Investigación:

Tabla 9. Diagrama del Proyecto de Investigación

Al lograr el Objetivo	Obtendré las Conclusiones Parciales	Con las conclusiones parciales explicaré:
OG	CP1, CP2, ..., CPn	HG. Hipótesis General CF. Conclusión Final

Fuente: (Mendoza, 2011)

Diagrama Pre experimental:

Tabla 10. Diagrama Pre experimental

Grupo	VI (Variable independiente)	VD (Variable dependiente)
G1	X1	O1

Fuente: (Mendoza, 2011)

Para medir el impacto, se utilizará la *técnica de recolección de datos encuesta*, usando como instrumento un cuestionario elaborado en base a los indicadores definidos.

**Población de estudio.** El universo de la investigación es todo el personal del Laboratorio Metalúrgico, son 10 Personas.

**Muestra.** La muestra será igual que la población, es decir las 10 personas.

**Unidad de análisis.** Son las muestras de mineral lixiviadas en el Laboratorio Metalúrgico

#### Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla 11. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica	Instrumento	Fuente	Objetivo
<b>Análisis documental</b>	Lista de cotejo	- Archivos de reportes - Documentos estadísticos - Documentos escritos	Para obtener información relacionada con el problema y a los objetivos de investigación
<b>Observación</b>	Guía de observación de campo	El propio Investigador y Trabajadores	Tipos de avisos, los tiempos, entre otros de cada subproceso correspondientes a la lixiviación
<b>Encuesta</b>	Cuestionario	Trabajadores y ejecutivos del área de Lixiviación	Determinar la satisfacción con respecto al impacto generado por la implantación del Sistema de Información

Fuente: Adaptado (Carrasco Díaz, 2008)

### 3.3.1 Análisis e interpretación de datos

Las personas consideradas para la muestra de estudio son 10 ( $n < 30$ ) entonces el tamaño de la muestra es pequeña, y no se conoce la desviación estándar de la población, se utiliza una distribución conocida como la “T de Student” (T Student). Los análisis de los resultados de esta investigación se le ha aplicado dos cuestionarios: el primero antes de implementar el sistema de información y el segundo después de su implementación. En efecto, estos resultados permitirán determinar el nivel de satisfacción en los usuarios y clientes del laboratorio (Carrasco Díaz, 2008).

#### 3.3.1.1 Resultados antes de la implementación del Sistema

En esta sección se presenta los datos procesados de la encuesta que fue aplicada antes de la implementación del sistema.

A. En la sección de servicio orientado al usuario, en cuanto al control de la data de lixiviación por usuarios, se observa que el 60% ha respondido no existe acceso controlado por usuario y clave. Respecto a la satisfacción, es decir si el usuario puede acceder fácilmente a la información cuando necesite realizar un seguimiento de algún proyecto, sin tener que estar buscando en diferentes lugares, el 60% indica que está de alguna manera insatisfecho.

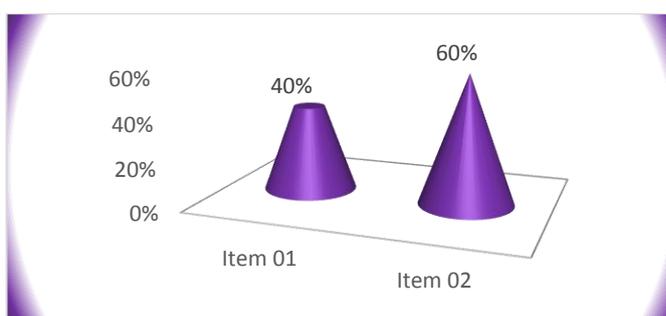


Figura 55. Servicio orientado a los usuarios  
Fuente: Propia

B. Para determinar la protección de datos, en los ítems 3, 4 y 5 se han planteado preguntas orientadas a conocer la opinión de los niveles de seguridad, qué medios utiliza para hacer las copias de respaldo de la data de lixiviación y cuándo realizan las copias de respaldo de la data de lixiviación.

Por tanto, en el ítem 3, se observa que el 70% de encuestados respondió que es poco seguro el nivel de seguridad de la información; en el ítem 4, el 50% sostuvo que la información se almacena en el computador de cada usuario que procesa la información. Asimismo, el ítem 5 permite determinar el tiempo en el que realizan las copias de seguridad, por tanto, el 60% manifestó que las copias de respaldo se realizan cada vez que se formatea las computadoras.

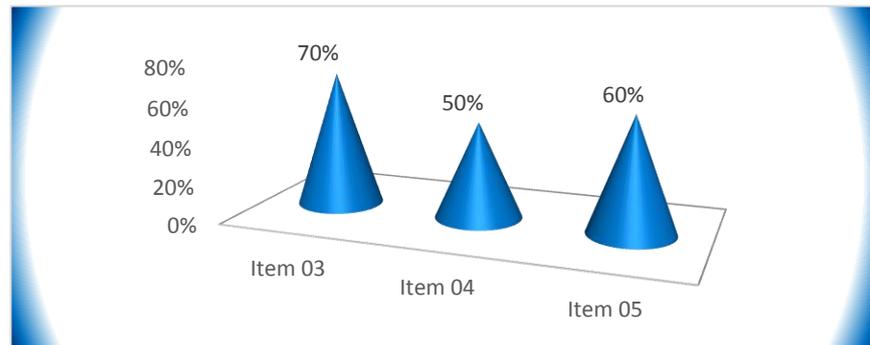


Figura 56. Protección de la base de datos  
Fuente: Propia

C. En cuanto a la administración de la información, el ítem 6 permite cuantificar que el 70% de los encuestados precisa que cada trabajador es responsable de la administración de la información.

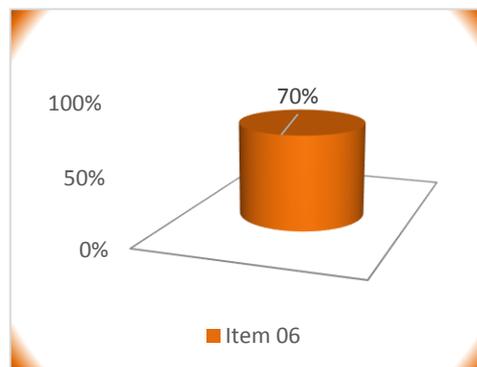


Figura 57. Administración de la información  
Fuente: Propia

D. En la sección satisfacción del cliente, visto desde el punto de entrega de resultados, considerando una escala del 1 al 5, donde uno indica una calificación nada favorable y 5 muy favorable. En la encuesta se ha identificado valores mínimos de 2 y valores máximos de 3; la media es de 2.4 y la desviación estándar es de 0.516. Indicando que los cliente se encuentran medianamente satisfechos

Tabla 12. Satisfacción del cliente desde el punto de vista del personal

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
<b>Minutos</b>	10	2.00	3.00	2.4	0,516
<b>N válido (por lista)</b>	10				

Fuente: Propia

E. Los ítems 8 y 9 permiten conocer la productividad, el equipo de trabajo tiene que medir su capacidad de respuesta a los clientes con el objeto de cumplir con las demandas a tiempo. Los ítems planteados buscan responder a las interrogantes quienes realizan los reportes del proceso de la lixiviación de la prueba y cuánto tiempo demoran para hacer los reportes de las pruebas que han terminado su lixiviación; por tanto, en la pregunta 8, respondieron que en un 50%, existe personal asignado para realizar estos reportes. En cambio, el 80% respondió (en el ítem 9) los encuestados dijeron que demoran 3 horas

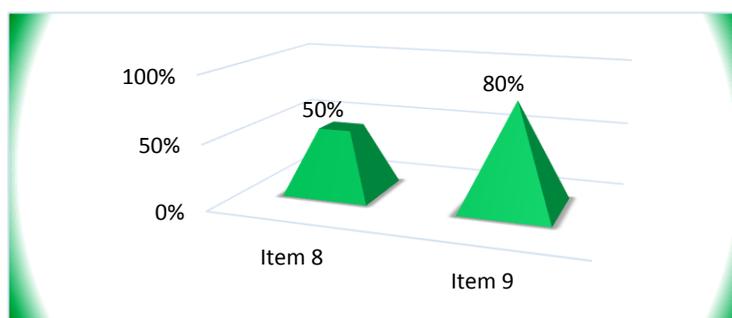


Figura 58. Aumento de la productividad

Fuente: Propia

F. En la sección sobre toma de decisiones, se han planteado 5 ítems, por tanto, en el ítem 10 el 60% respondió que raramente se dispone de los reportes de información; el 50% sostuvo que los avisos diarios se realizan revisando las hojas de Excel; asimismo el 50% manifestó que los datos los ingresan manualmente al computador; en el ítem 13, el 60% sostuvo que la información la registran en formatos de Excel. Y en el ítem 14, el 50% sostuvo que para el cálculo de las fórmulas recurren al programa Excel.

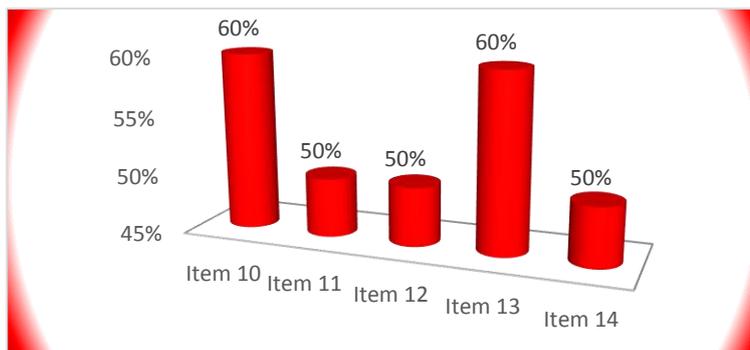


Figura 59. Ayuda en la toma de decisiones

Fuente: Propia

G. En la segunda encuesta se ha determinado el nivel de satisfacción, en efecto, las preguntas fueron realizadas para determinar el nivel de satisfacción en función al tiempo de espera (ítem 1 y2) y la calidad de información (ítem 3 y 4)

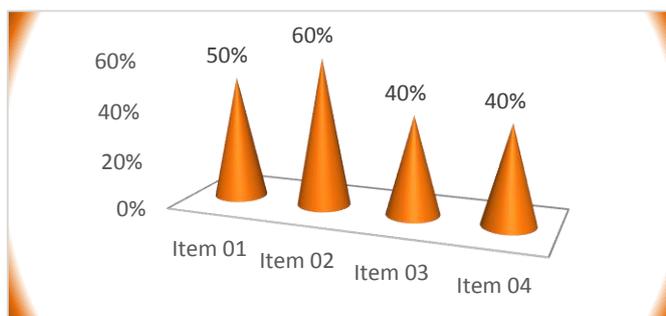


Figura 60. Satisfacción del cliente

Fuente: Propia

En el ítem uno de esta segunda encuesta, el 50% manifestó no estar satisfecho ni insatisfecho con el tiempo de entrega de los resultados; en el ítem 2 se plantea si se recomendaría al laboratorio, y el 60% respondió que no es probable que recomiende este laboratorio; en los ítems 3 y 4 el 40% de encuestados respondió no estar satisfecho ni insatisfecho con la calidad de los resultados y sobre si está satisfecho o no con el laboratorio, dijeron estar algo satisfechos.

### 3.3.1.2 Resultados después de implementados el Sistema

En esta sección se presenta los resultados de la encuesta aplicada después de implementar el sistema; por tanto para determinar el impacto de la utilización del nuevo sistema en el laboratorio se aplicaron las mismas preguntas.

A. Los ítems 1 y 2 están referidos al servicio orientado a los usuarios, se ha obtenido que el 100% señala que administrador autoriza poner un usuario y clave de acceso a cada trabajador; asimismo en el ítem 2, el 80% respondió que con la implementación del sistema de información está muy satisfecho por la facilidad de acceso desde un solo lugar.

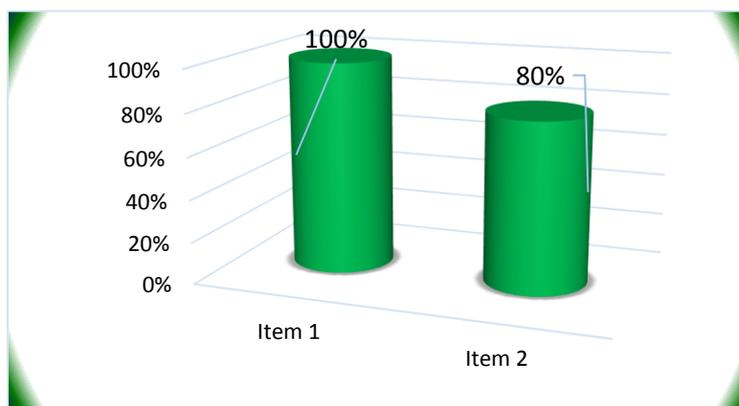


Figura 61. Servicio orientado a Usuarios  
Fuente: Propia

B. En cuanto a la protección de la base de datos, en el ítem 3, el 50% sostuvo que la información de los reportes del sistema de información es muy seguro; el ítem 4, permite observar que el 90% de los encuestados afirman que la información está en un servidor designado por la empresa para Bases de Datos; de igual manera en el ítem 5, el 90% sostuvo que la copia de respaldo es por protocolo de servidores de la empresa.

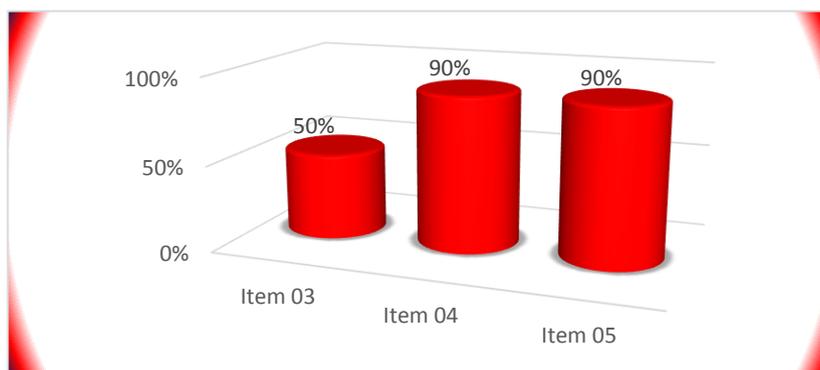


Figura 62. Protección de la base de datos  
Fuente: Propia

C. En el ítem 6, sobre la administración de información el 80% sostuvo que es administrada por medio de un administrador de base de datos.

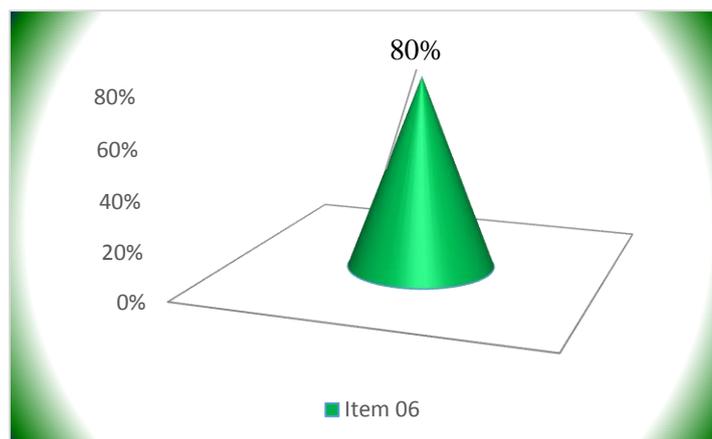


Figura 63. Administración de la información

Fuente: Propia

D. En la siguiente tabla, se muestra algunos datos sobre la calificación de acuerdo al tiempo de entrega de resultados a los clientes, se obtuvo valores mínimos (4) que indican que tiene una calificación favorable es decir están satisfechos con el tiempo de entrega de sus reportes, asimismo se registraron valores máximos (5), calificación muy favorable, es decir, sus pedidos son entregados al tiempo pactado y la desviación estándar de las respuestas del ítem 7 es de 0.421, es menos variable que la desviación que se obtuvo en la encuesta antes del Sistema.

Tabla 13. Satisfacción desde el punto de vista del cliente

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar
Minutos	10	4.00	5.00	4.2	0,42163702
N válido (por lista)	10				

Fuente: Propia

E. En la sección, aumento de la productividad, en el ítem 8 el 80% manifestó que los reportes de las pruebas de lixiviación los realiza un sistema computarizado, de igual manera el 80% sostuvo que para realizar los reportes de las pruebas que han terminado su lixiviación se demoran 10 minutos en hacer un reporte promedio de 10 muestras.

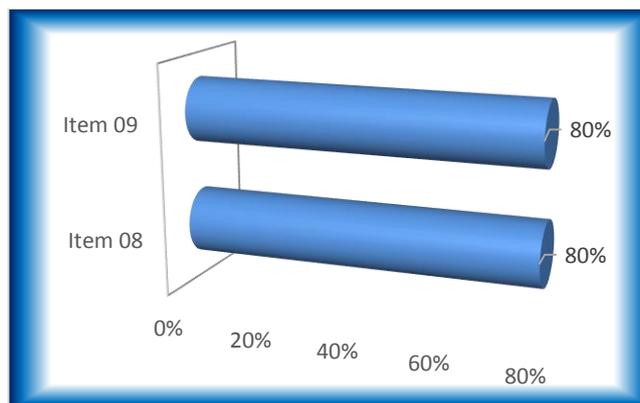


Figura 64. Aumento de la productividad

Fuente: Propia

F. Respecto a la ayuda de toma de decisiones, se han planteado 5 preguntas; por tanto en el ítem 10, el 80% respondió que con la implementación del sistema de información, ahora siempre se cuenta con reportes de información; en el ítem 11, el 70% señaló que los avisos diarios de inicio o de fin de la lixiviación de una prueba se dan por medio de un sistema computarizado. En el ítem 12, el 100% dijo que los registros de la data de las balanzas y peachímetros se obtienen directamente a la Base de Datos del computador. Por otra parte, el 100% sostuvo que los valores de la titulación de cada prueba de mineral se registran manualmente pero directamente en la Base de Datos del sistema computarizado. Finalmente en el ítem 14 se tiene que el 100% manifestó que las fórmulas como en el caso de cianuro de sodio calculado de cada prueba de lixiviación se efectúan son automatizadas por el sistema computarizado.

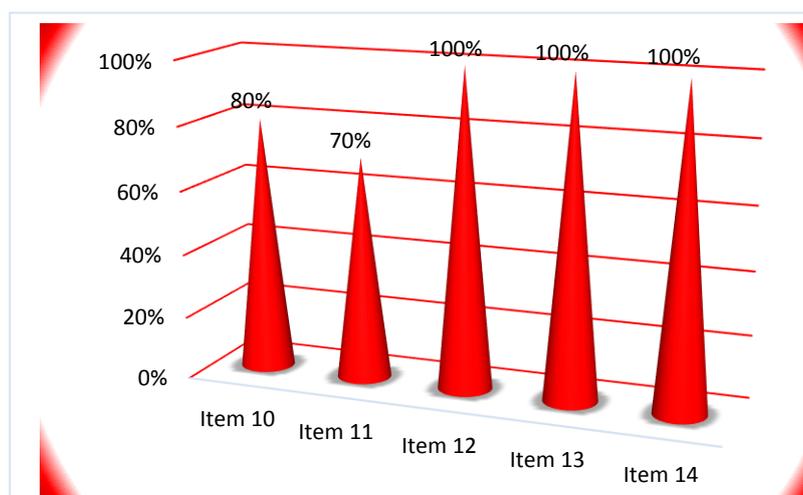


Figura 65. Ayuda en la toma de decisiones

Fuente: Propia

G. Después de la implantación del sistema de información, se ha aplicado la segunda encuesta para determinar el nivel de satisfacción, en efecto, las preguntas fueron realizadas para determinar el nivel de satisfacción en función al tiempo de espera (ítem 1 y 2) y la calidad de información (ítem 3 y 4).

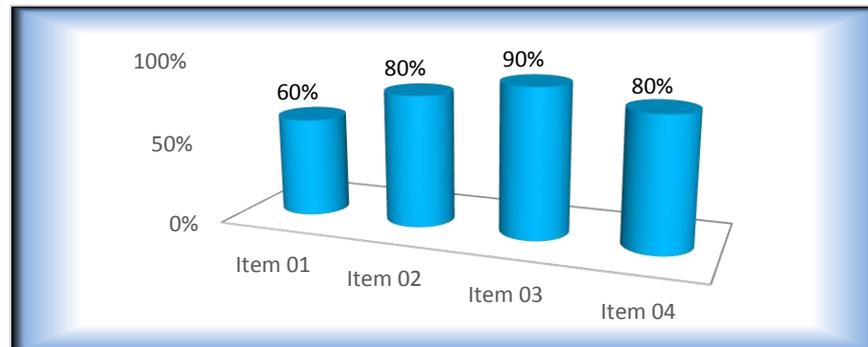


Figura 66. Satisfacción desde el punto de vista del cliente  
Fuente: Propia

En el ítem uno de esta segunda encuesta, el 60% manifestó estar muy satisfecho con el tiempo de entrega de los resultados; en el ítem 2 se plantea si se recomendaría al laboratorio, y el 80% respondió que está muy satisfecho con los resultados del laboratorio, por tanto recomendaría al laboratorio a sus amigos o colegas; en el ítem 3 el 90% de encuestados respondió estar muy satisfecho con la calidad de los resultados; y en el ítem 4 sobre si está satisfecho o no con el laboratorio, el 80% dijo estar muy satisfecho.

### 3.3.1.3 Análisis comparativo de los resultados

Como ya se ha mencionado, en esta investigación se aplicó dos encuestas; y en dos etapas. La primera fue antes de la implementación del sistema y la segunda después de la implementación del sistema. Por tanto, al realizar un análisis comparativo de la encuesta I, en las dos etapas (ver tabla 1 y 2) se realizó el cálculo de la moda, la cual permite determinar la mayor cantidad de respuestas por cada ítem.

A. En efecto, en el ítem 1 se observa el control de la data de lixiviación pasó de no ser controlado con usuario y clave a ser controlado por un administrador del laboratorio quien autoriza a cada trabajador un tipo de acceso. En el ítem 2; sobre su satisfacción con respecto la facilidad de accesibilidad a la data de lixiviación en botellas para realizar su seguimiento de algún proyecto, pasó de ser poco satisfecho a muy satisfecho luego de contar con el Sistema. Considerando los intervalos de porcentajes ver anexo 1, se ha pasado de un nivel 30% de satisfacción a un nivel de 90% de satisfacción y todos los accesos son controlados por usuarios y claves.

B. Por otra parte en el ítem 3, referente a la protección de la base de datos, pasó de poco seguro a seguro; en el ítem 4 los resultados cambiaron de almacenarse la información en una PC de cada usuario a ser almacenada en un servidor de Base de datos asignado por la empresa y las copias de respaldo que se hacían solo cuando se formatea la PC, pasó a ser administrada por los encargados de servidores de la empresa. Como se observa la protección de la data en una Base de Datos que se almacena en un servidor ahora es segura.

C. Respecto a la administración de la información, en el ítem 6, cómo se administra el historial de la data de lixiviación en botellas, los resultados cambiaron de ser responsabilidad de cada trabajador a ser administrado por medio de un administrador de Base de Datos.

Tabla 14. Encuesta al personal antes de la implementación del Sistema

N°	Ítem													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<b>01</b>	2	3	3	1	2	3	2	2	1	3	1	2	2	2
<b>02</b>	2	3	4	1	2	4	2	2	1	3	1	1	2	2
<b>03</b>	2	3	3	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3
<b>04</b>	4	4	3	2	2	3	2	2	4	3	3	2	3	3
<b>05</b>	4	3	3	2	3	4	2	3	5	3	4	3	2	2
<b>06</b>	2	3	4	4	2	4	3	3	3	5	4	3	2	3
<b>07</b>	2	4	4	2	4	3	3	5	3	5	3	2	3	2
<b>08</b>	4	3	3	1	2	3	2	2	5	3	1	2	2	3
<b>09</b>	4	4	3	2	4	3	2	5	4	4	1	2	2	4
<b>10</b>	2	4	3	2	2	3	3	2	4	3	1	3	3	2
<b>Moda</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

Nota: Los valores de las alternativas (están en una escala de 1 a 5) y el significado de cada uno varía de acuerdo a cada ítem. El significado de cada uno de ellos se puede observar en la encuesta.

Fuente: Propia

D. El ítem 7, está referido al tiempo de entrega de la información también se ha observado una mejora muy notoria, de una escala de 1 al 5 pasó de 2 al 4 y 5, mejorando un promedio de 30%; en el aumento de la productividad, en el ítem 8, quienes o qué lo realiza los reportes del proceso de la lixiviación de la prueba, los resultados de la encuesta permiten observar que en la etapa inicial el personal realizaba los reportes y actualmente, con la implementación del sistema se realiza de manera computarizada.

E. El ítem 8 y 9, sobre la productividad, para analizar si ahora pueden hacer más pruebas y cumplir con las demandas de los clientes a tiempo; los reportes eran hechos por personal asignado y en el ítem 9, en cuanto tiempo lo realizaban en aproximadamente 3 horas cada 10 muestras, pasó a ser hecho en 10 minutos por el Sistema de Información implantado. Mejorando considerablemente la calidad de información por la intervención humana y en tiempo de trabajo del personal en más de 100%.

F. Respecto a la ayuda en la toma de decisiones, el ítem 10, sobre si cuenta

con reportes previos para determinar si se continúa o no con la lixiviación de una prueba, se ha observado que antes raramente se contaba con este tipo de reportes, en cambio actualmente siempre se tienen reportes actualizados y veraces. A su vez en el ítem 11, sobre cómo se dan los avisos diarios de inicio o de fin de la lixiviación de una prueba, se tiene que antes se revisaba diariamente las hojas del registro en Excel y ahora se realiza a través de un sistema computarizado.

Tabla 15. Encuesta al personal después de la implementación del Sistema

N°	Ítem													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<b>01</b>	1	1	2	3	5	1	4	4	5	1	2	4	1	1
<b>02</b>	1	1	2	3	5	1	4	4	5	1	2	4	1	1
<b>03</b>	1	1	1	3	5	1	4	4	5	1	2	4	1	1
<b>04</b>	1	1	1	3	5	2	4	4	5	1	2	4	1	1
<b>05</b>	1	1	2	3	5	1	4	4	3	2	4	4	1	1
<b>06</b>	1	1	1	3	5	1	4	4	3	2	2	4	1	1
<b>07</b>	1	2	1	4	5	1	4	4	5	1	2	4	1	1
<b>08</b>	1	2	1	3	5	1	5	2	5	1	4	4	1	1
<b>09</b>	1	1	2	3	4	2	5	4	5	1	4	4	1	1
<b>10</b>	1	1	2	3	5	1	4	2	5	1	2	4	1	1
<b>Moda</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Nota: Los valores de las alternativa (están en una escala de 1 a 5) y el significado de cada uno varía de acuerdo a cada ítem. El significado de cada uno de ellos se puede observar en la encuesta.

Fuente: Propia

G. El ítem 12, sobre cómo se registra la data de las balanzas y peachímetros, se ha observado que anteriormente manualmente se registraba en formatos de hojas de Excel y con la implementación del sistema de información se jala directamente de la base de datos del computador. Toda la data, el 100% es jalada directamente a la Base de Datos del Sistema implementado.

H. En el ítem 13, sobre los valores de la titulación de cada prueba de mineral, en dónde lo registran, se tiene que antes se realizaba de manera manual, en hojas de cálculo, en Excel y hoy se registran en la base de datos

Sistema. Finalmente, en el ítem 14, sobre los cálculos de las fórmulas como en el caso de cianuro de sodio calculado de cada prueba de lixiviación, cómo o dónde se efectúan, se ha determinado que en 100% es automatizado por el Sistema

I. Las tablas 15 y 16 sintetizan información sobre el nivel de satisfacción antes y después de la implementación del sistema de información. Por tanto, en el ítem 1, en cuanto al tiempo de entrega de resultados, ¿qué tan satisfecho o insatisfecho está usted con nuestro Laboratorio? Se determinó, que, de no estar satisfecho ni insatisfecho, con la implementación del sistema de información pasaron a estar muy satisfechos.

Tabla 16. Encuesta a los clientes antes de la implementación del Sistema

# Encuestas	Ítems			
	01	02	03	04
<b>01</b>	1	3	2	3
<b>02</b>	4	2	4	3
<b>03</b>	3	2	3	3
<b>04</b>	2	4	3	2
<b>05</b>	3	4	3	4
<b>06</b>	3	2	2	4
<b>07</b>	3	4	2	2
<b>08</b>	4	4	2	4
<b>09</b>	3	4	3	2
<b>10</b>	5	4	1	2
<b>Moda</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

Nota: Los valores de las alternativas (están en una escala de 1 a 5) y el significado de cada uno varía de acuerdo a cada ítem. El significado de cada uno de ellos se puede observar en la encuesta.

Fuente: Propia

Por otra parte, en el ítem 2, respecto al tiempo de entrega de resultados, ¿qué tan probable es que usted recomendaría este laboratorio a un amigo o colega? Los resultados evidencian que de estar de alguna

manera insatisfecho a estar muy satisfecho con la implementación del sistema de información.

En el ítem 3, sobre la calidad de resultados, ¿qué tan satisfecho o insatisfecho está usted con nuestro Laboratorio? De estar algo satisfechos a estar muy satisfechos; finalmente en el ítem 4, en cuanto a la calidad de resultados, ¿qué tan satisfecho o insatisfecho está usted con nuestro Laboratorio? Se ha determinado que de estar algo satisfechos pasaron a estar muy satisfechos.

Tabla 17. Encuesta a los clientes después de la implementación del Sistema

# Encuestas	Ítems			
	01	02	03	04
<b>01</b>	1	1	1	1
<b>02</b>	1	1	1	1
<b>03</b>	1	1	1	1
<b>04</b>	1	2	1	1
<b>05</b>	2	1	1	1
<b>06</b>	2	1	1	2
<b>07</b>	1	1	1	1
<b>08</b>	1	1	2	1
<b>09</b>	2	1	1	1
<b>10</b>	2	1	1	2
<b>Moda</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Nota: Los valores de las alternativa (están en una escala de 1 a 5) y el significado de cada uno varía de acuerdo a cada ítem. El significado de cada uno de ellos se puede observar en la encuesta.

Fuente: Propia

### 3.3.1.4 Cuadro comparativo de las conclusiones parciales.

Tabla 18. Cuadro comparativo de las conclusiones parciales

Sin el Sistema de Información	Con el Sistema de Información	Mejora
El 60% ha respondido no existe acceso controlado por usuario y clave. La información cuando necesite realizar un seguimiento de algún proyecto, sin tener que estar buscando en diferentes lugares, el 60% indica que está de alguna manera insatisfecho.	El 100% señala que administrador autoriza poner un usuario y clave de acceso a cada trabajador. El 80% respondió que está muy satisfecho por la facilidad de acceso desde un solo lugar.	100% de los accesos es controlado con usuario y clave. Ver figura 65
El 70% de encuestados respondió que es poco seguro el nivel de seguridad de la información. El 50% sostuvo que la información se almacena en el computador de cada usuario que procesa la información. El 60% manifestó que las copias de respaldo se realizan cada vez que se formatea las computadoras.	El 90% de los encuestados afirman que la información está en un servidor designado por la empresa para Bases de Datos El 90% sostuvo que la copia de respaldo es por protocolo de servidores de la empresa.	90% de la información es segura Ver figura 66
El 70% de los encuestados precisa que cada trabajador es responsable de la administración de la información.	El 80% sostuvo que es administrada por medio de un administrador de base de datos.	Se asignó un responsable de Base de Datos
Un 50%, existe personal asignado para realizar estos reportes.	El 80% manifestó que los reportes de las pruebas de lixiviación los realiza un sistema computarizado	80% de los reportes los hace el Sistema

<p>El 80% de los encuestados respondieron que demoran 3 horas, esto aun promedio de 10 muestras</p>	<p>El 80% sostuvo que para realizar los reportes de las pruebas que han terminado su lixiviación se demoran 10 minutos en hacer un reporte promedio de 10 muestras.</p>	<p>El tiempo de hacer reportes a disminuído en 94%. Ver figura 67</p>
<p>El 60% respondió que raramente se dispone de los reportes de información</p> <p>El 50% sostuvo que los avisos diarios se realizan revisando las hojas de Excel</p> <p>El 50% manifestó que los datos los ingresan manualmente al computador en formatos de Excel</p> <p>El 50% sostuvo que para el cálculo de las fórmulas recurren al programa Excel.</p>	<p>El 80% respondió que con la implementación del sistema de información, ahora siempre se cuenta con los reportes. El 70% señaló que los avisos diarios de inicio o de fin de la lixiviación de una prueba se dan por medio del Sistema. El 100% dijo que los registros de la data de las balanzas y peachímetros se obtienen directamente a la Base de Datos del Sistema</p> <p>El 100% manifestó que las fórmulas son automatizadas por el Sistema de Información</p>	<p>El Sistema cuenta con avisos de prevención de errores.</p> <p>El 100% de los pesos se registra por el Sistema.</p> <p>Ver figura 68</p>
<p>El 50% manifestó no estar satisfecho ni insatisfecho con el tiempo de entrega de los resultados</p> <p>El 60% respondió que no es probable que recomiende este laboratorio</p> <p>El 40% de encuestados respondió no estar satisfecho ni insatisfecho con la calidad de los resultados</p>	<p>El 60% manifestó estar muy satisfecho con el tiempo de entrega de los resultados</p> <p>El 80% respondió que está muy satisfecho con los resultados del laboratorio, por tanto recomendaría al laboratorio a sus amigos o colegas</p> <p>El 90% de encuestados respondió estar muy satisfecho con la calidad de los resultados</p>	<p>La aceptación de los clientes ha mejorado en 35%.</p> <p>Ver figura 69</p>

Fuente: Propia

### Gráficos comparativos de las conclusiones parciales



Figura 67. Accesos con Usuario y Clave

Fuente: Propia



Figura 68. Seguridad de la Información

Fuente: Propia



Figura 69. Demora en hacer reportes

Fuente: Propia



Figura 70. Copiado de la data de balanzas y peachímetros por el Sistema de Información

Fuente: Propia

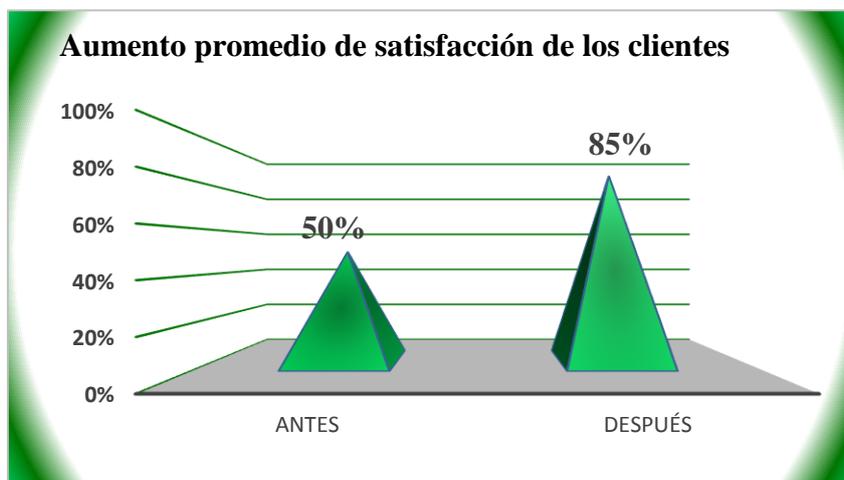


Figura 71. Aumento promedio de aceptación de los clientes

Fuente: Propia

### 3.3.1.5 Contrastación de la hipótesis

Se han planteado las siguientes hipótesis

**Hipótesis Alternativa ( $H_a$ ):** Tendría un impacto significativo implementar un Sistema de Información en el proceso de lixiviación de pruebas en botellas en el Laboratorio Metalúrgico de Minera Yanacocha.

**Hipótesis Nula ( $H_0$ ):** La implementación de un Sistema de Información no tendría un impacto significativo en el proceso de lixiviación de pruebas en botellas en el Laboratorio Metalúrgico de Minera Yanacocha.

**Nivel de significancia:** 5%

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la prueba t, de las medias de las muestras emparejadas de antes y después de la implementación del sistema, de la encuesta dirigida al personal de laboratorio metalúrgico.

#### Estimación de la diferencia pareada

Tabla 19. Estimación de la diferencia pareada

Media	Desviación Estándar	Error estándar de la media	Límite inferior 95% para la diferencia_μ
4.2	6.11	1.93	0.66

Nota: diferencia\_μ: media de (Antes - Después)  
Fuente: Propia

### Prueba t(9) para la diferencia de medias

Hipótesis nula	$H_0: \text{diferencia}_\mu = 0$
Hipótesis alterna	$H_1: \text{diferencia}_\mu > 0$

**Tabla 20. Prueba t(9) Para la diferencia de medias**

Valor T	Valor p
2.18	0.029

Fuente: Propia

Como se observa en la tabla anterior, y considerando un nivel de significancia del 5%, al ser el estadístico  $t(9) = 2.18$  con un p valor de 0.029, menor a 0.05 (0.95 de confianza), en consecuencia se acepta la **hipótesis alternativa**; por tanto, el sistema impactó significativamente en el proceso de lixiviación de pruebas en botellas en el Laboratorio Metalúrgico de Minera Yanacocha.

## CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los objetivos planteados para evaluar el impacto de la implementación de un Sistema de Información en el proceso de lixiviación de pruebas en botellas en el laboratorio metalúrgico, son los siguientes: al analizar e identificar las actividades de cada proceso de lixiviación, con la metodología RUP, se identificó los procesos relacionados al negocio; para lo cual se usó: Modelo de análisis del negocio y modelo de casos de uso del negocio los cuales son detallados en la tesis. Se identificó la secuencia de actividades de cada proceso de lixiviación de mineral en botellas del Laboratorio metalúrgico, lo cual me permitió determinar los requerimientos funcionales del sistema de información que se desarrolló. Al determinar los requerimientos de los procesos identificados, se pudo identificar plenamente los requerimientos del sistema. Para este objetivo específico, se usó el modelo de casos de uso y el modelo de análisis del sistema; dentro de los cuales se efectuó las especificaciones de Casos de Uso y diagrama de actividades de cada caso de uso. Todo esto es de la metodología RUP. Los requerimientos determinados dieron origen las funcionalidades del sistema de información. Diseñar el Sistema a desarrollar, siguiendo el proceso de la metodología RUP, aquí se definen el diagrama de paquetes de uso, el cual muestra cómo se va modular el sistema. Es donde se establecen los siguientes paquetes: Recepción de muestras, proceso de lixiviación, el mantenimiento y las consultas y reportes a ser elaborados en la codificación del sistema de información, se muestran los diagramas de secuencias de principales requerimientos y diseñar así la base de datos del sistema de información. Implementar el Sistema, la implementación de los requerimientos funcionales obtenidos mediante el lenguaje de programación Power Builder y la Base de Datos que se diseñó en Microsoft Access, se llegó a desarrollar un sistema ejecutable, denominado Sistema de Información de Lixiviación de Pruebas de Mineral en Botellas, se muestran las principales pantallas como producto de ello, vemos aquí plasmado en un software informático las funcionalidades identificadas en cada proceso del sistema.

### 4.1 Realizar las pruebas del Sistema.

Para realizar este objetivo se realizaron pruebas del sistema en concordancia con los casos de uso principales, los cuales se comprobaron con registro de datos reales, obteniéndose resultados satisfactorios en cada proceso de caso de uso examinado. Estos análisis se realizaron de la siguiente manera (Córdova Forero, 2014).

#### 4.1.1 Plan de pruebas

Córdova (2014) estableció el Plan de Pruebas de Aceptación, describiendo los pasos que se deben seguir para verificar que el sistema construido satisface los requerimientos.

El Plan de Pruebas de Aceptación es uno de los planes de prueba detallados y corresponde al nivel de pruebas de aceptación del sistema o de la solución.

Las pruebas de aceptación, involucran al usuario final y pretenden comprobar que la solución cumple con el modelo de negocio para el que fue desarrollado. Detección de defectos del producto entregado y planes de acción para corrección de los mismos.

Propósito, el propósito del plan de pruebas es permitir definir los lineamientos a seguir para realizar la planeación de la etapa de pruebas sobre los objetivos de observar el impacto generado por el sistema de información sobre el proceso de lixiviación de pruebas de mineral en botellas.

Alcance, el plan maestro de pruebas describe el detalle de las diferentes pruebas a ser aplicadas, así como también las herramientas y metodologías a utilizar en cada una de estas.

Enfoque de las pruebas. El plan de pruebas se basará en su totalidad en pruebas funcionales, instalación, regresión.

Caja blanca. Se denomina caja blanca a un tipo de pruebas de software que se realiza sobre las funciones internas de un módulo.

Caja negra. Se denomina caja negra a aquel elemento que es estudiado desde el punto de vista de las entradas que recibe y las salidas o respuestas que produce, sin tener en cuenta su funcionamiento interno.

Revisiones. En la siguiente tabla 19 se muestra el historial de revisiones

Tabla 21. El historial de revisiones realizadas para los casos de uso más importantes del sistema a implementar

Código CU	Versión	Fecha	Descripción	Estado
CU01	0.1	23/10/2008	Caso de uso registro de recepción de muestras	ok
CU07	0.2	23/10/2008	Caso de uso preparación de muestras	ok
CU11	0.2	23/10/2008	Proceso de lixiviación de pruebas en botellas	ok
CU15	0.2	23/10/2008	Caso de uso Corrección y detección de errores en el proceso	ok
CU17	0.3	23/10/2008	Caso de uso reporte resumen de lixiviación de muestras terminadas	ok

Fuente: adaptada de la investigación (Córdova Forero, 2014)

### **Casos de pruebas** (Córdova Forero, 2014)

Caso de uso registro de recepción de muestras. En este caso de uso se logra registrar las muestras con una codificación única, perdurable en tiempo.

Caso de uso preparación de muestras. Se registran las pruebas de cada muestra, lográndose codificar cada prueba a lixiviar, generándose automáticamente el cargado de nuevos códigos a lixiviar, para ser copiados en los procesos siguientes.

Proceso de lixiviación de pruebas en botellas. Se logra registrar la data de alcalinización al mismo tiempo se jala la data del área de preparación de muestras para la obtención de los códigos de pruebas por hora, generando así una codificación única de soluciones para ser analizadas en el Laboratorio Químico, jalar la data de los pesos de las balanzas y datos de los peachímetros directamente a la Base de Datos del Sistema.

Caso de uso Corrección y detección de errores en el proceso. Es este proceso se logra contar con ayudas de colores, consolidados en tiempo real de los resultados de lixiviación, estados de extracciones de los metales preciosos, reduciendo el proceso de seguimiento de correcciones en proceso.

Caso de uso reporte resumen de lixiviación de pruebas terminadas. Con este reporte se logra que el reporte sea ejecutado únicamente por el sistema desarrollado instalado, reduciendo el tiempo en 60%, el reporte que emite el sistema es

ampliado con data de otros análisis de geología y otros relacionados a la especialidad de los analistas de muestras.

#### **4.1.2 Realizar la implementación del Sistema en ambiente de producción.**

La viabilidad del sistema se ve en la usabilidad por parte de los trabajadores del laboratorio, quienes no dudaron en dejar de usar los documentos físicos, hojas de Excel entre otros y usar el sistema instalado completamente. Es por lo cual se realizaron encuestas para ver la validez y su operatividad.

#### **4.1.3 Analizar el impacto generado al proceso de lixiviación con el Sistema.**

Para esto se realizó, como ya se ha mencionado, en esta investigación se aplicó dos encuestas; y en dos etapas. La primera fue antes de la implementación del sistema y la segunda después de la implementación del sistema. La aplicación de la encuesta permitió analizar el impacto generado al proceso de lixiviación con la implementación de un sistema de información, en efecto, los resultados permiten afirmar que ha habido mejoras considerables en los servicios orientados: a usuarios; es decir, que los trabajadores se vieron aliviados en la seguridad de su data generada por ellos puesto que ya se guardaba y se protegía en una base de datos. La administración de la Información pasaba a las manos de un Administrador de Base de Datos. La satisfacción de clientes aumentó; los clientes normalmente enviaban hacer sus análisis en otros laboratorios como SGS, ALS Chemex, pero como se ve que hay un registro de aumento considerable de muestras, significando que el nivel de confianza del Laboratorio aumentó en los clientes; en cuanto al aumento de la productividad se observa que se analizaron y registraron más muestras cada año. Ayudó en la toma de decisiones puesto que los reportes eran atendidos a tiempo, la corrección en proceso es fácilmente realizado; por tanto todo lo relacionado con el sistema contribuyó significativamente en cada proceso ya sea generando seguridad de la información o aliviando en la toma rápida de decisiones en tiempo real.

Anteriormente al sistema de información el proceso de lixiviación se realizaba manualmente, haciéndose difícil de controlar la detección y corrección de errores en proceso de cada prueba, la data estaba dispersa en documentos físicos y hojas de Excel de tal manera que con el tiempo el historial de la data se perdía, no existía

codificación de muestras ni una Base de Datos que la soporte, la data de las balanzas de precisión no era jalada por un sistema directamente a su BD, todo ello contribuía en la calidad de resultados obtenidos no era la que se esperaba; pero, con la implementación del Sistema de Información todo esto mejoró significativamente. Se aceptaron más pedidos de lixiviación, debido a que se agilizaron los reportes a los clientes, también hubo más confianza de los mismos. Aumentaron más muestras registradas más muestras analizadas de pruebas de mineral en botellas, con entrega de reportes a tiempo y sobre todo con data de calidad con la menor intervención de la mano del hombre.

Como se aprecia en la siguiente tabla el historial registrado en los 2008 – 2012; donde las muestras registradas y analizadas se incrementaron considerablemente:

Tabla 22. El historial registrado en los 2008 – 2012

AÑO	2008	2009	2010	2011	2012
N° de muestras registradas	903	2003	3594	6026	6263
N° de muestras analizadas	3754	6973	7682	7602	10227

Fuente: Base de Datos del sistema en producción

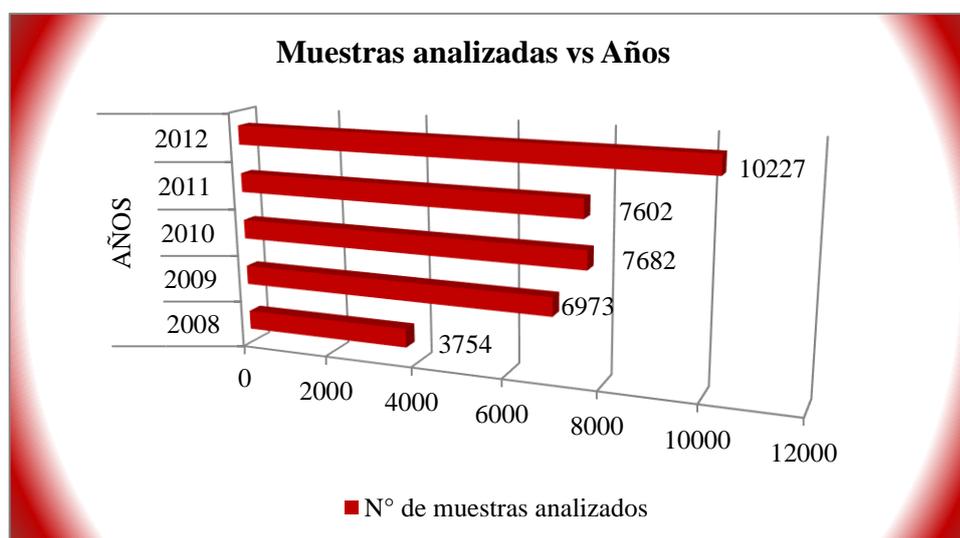


Figura 72. Muestras registradas versus Años  
Fuente: Propia



Figura 73. Muestra analizadas versus Años  
Fuente: Propia

#### 4.2 Discusión de los resultados encontrados con los antecedentes teóricos.

Respecto a la investigación de Rojas (2007) en su tesis determinó requerimientos de información para la implementación de un Sistema de Información lo cual coincide con uno de los objetivos de la presente tesis que es determinar los requerimientos de los procesos identificados, además se coincide en la realización de pruebas del sistema en concordancia con los casos de uso principales los cuales se comprobaron con registro de datos reales obteniéndose resultados satisfactorios en cada proceso de caso de uso examinado. En este antecedente se apreció que la existencia de cálculos intermedios a través de planillas Excel retrasa la elaboración del proceso; coincidiendo exactamente con esto el Sistema que implementé, puesto que los cálculos de fórmulas químicas fueron elaborados en formatos de Excel como uso común en la lixiviación de pruebas en botellas. En este antecedente se determinó que los cálculos de fórmulas matemáticas se podrán calcular automáticamente por el nuevo sistema coincidiendo con ello plenamente puesto que se implementó en el Sistema cada cálculo de forma automática. Encontraron que la información viaja de persona en persona en los procesos lo que retrasa sus cálculos o simplemente no se envía a tiempo los reportes; coincidiendo con esto también puesto que cada trabajador era responsable de la información que generaba. En este sentido se lograron establecer tiempos menores para entregar la información, con la implementación del Sistema se logró esto también.

Con la tesis de Mendoza (2005) se coincide primeramente en los objetivos de diseñar e implementar un sistema de información que procese datos precisos y pertinentes del Balance Metalúrgico a los ejecutivos, analizar el método de recolección de datos para comprender la administración de la información, construir un software que administre la base de datos del balance metalúrgico de minerales para coadyuvar en la toma de decisiones; coincidiendo con esto el Sistema que implementé, la lixiviación de pruebas en botellas tiene un sub proceso llamado Balance Metalúrgico en el cual se toma las decisiones administrativas. La tesis de Mendoza coincide totalmente en las conclusiones que llegó; de que un sistema permite manipular la información con mayor confiabilidad y oportunamente para el personal a cargo de realizar la toma de decisiones, coadyuvando así al mejor entendimiento del comportamiento del sistema, considerando que la información es prácticamente registrada en tiempo real al de los procesos que representan. Balance metalúrgico en línea.

Con la investigación de Manrique (2005) se coincide en el logro de la reducción del consumo de reactivos además y que la recuperación depende de la cantidad de cianuro que ingresa al mineral, puesto que este es el objetivo del Laboratorio Metalúrgico en el cual está inmerso el Sistema que implementé. No coincidimos en los siguientes objetivos “En el manejo de Pilas de Lixiviación en Minera Yanacocha S.R.L. mejorar la eficiencia de riego, optimizar el consumo de cianuro y Mejorar los costos por su consumo”; puesto que su investigación logró demostrar que el inventario de oro se incrementa debido a que el mineral no es removido de la pila, ni se cumple con el ratio de solución/mineral que es necesaria para tener la recuperación de 72% obtenida a nivel de Laboratorio.

Con la investigación de Galindo (2016) se coincide primero en los objetivos, de mejorar el control de los parámetros de operación aplicando un software, identificando las fuentes que generan el sobreconsumo de reactivos. También se coincide en lograr un balance metalúrgico en línea que permita la toma de acciones inmediatas cuando se presenten desviaciones operacionales negativas pero hay divergencias en que el sistema PI System es empleado en las plantas concentradoras como una plataforma de visualización y no se ha aplicado a procesos del laboratorio metalúrgico por ahora.

Explicaciones Lógicas, en este sentido se lograron establecer tiempos menores para entregar la información, implementar una herramienta como son los sistemas de información que permiten detectar de forma inmediata desviaciones operacionales que

afecten negativamente a los resultados, los controles en línea que se pueden seguir implementando enfocados en la toma inmediata de acciones ante alguna desviación que impacte negativamente a la performance operativa de sus proceso; en el Laboratorio Metalúrgico de minera Yanacocha al predecir el porcentaje de recuperación de metales preciosos como oro, plata, cobre, entre otros en función a intervalos de tiempo además de acuerdo a los antecedentes la recuperación depende de la cantidad de cianuro que ingresa a la pila indicando que lixiviar la pila con 50 ppm después de los 30 días no va a recuperar más oro, así mismo el Sistema que implementé concretó que la detección de errores sea en línea al proceso del negocio para evitar el consumo innecesario de cianuro y cal previniendo la lixiviación del mineral sin poder extraer más de los metales preciosos; minimizando las desviaciones operacionales mediante la implementación de controles en línea; el sistema también mejora los costos aunque no fue ese su objetivo. Como se menciona en los antecedentes que no se debe mermar la actitud de seguir buscando la optimización, debido a que el conjunto de pequeñas acciones, van sumando colectivamente y alcanzado significancia a medida que se van alcanzado los objetivos.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

Se identificó la problemática del proceso de Lixiviación de pruebas en botellas, que obligaba al personal del laboratorio a realizar su trabajo de manera manual como es el caso de cálculos de fórmulas químicas las cuales se ejecutaban por medio de hojas de cálculo de Excel o por calculadoras valiéndose de la memoria del trabajador, la detección de errores en las pruebas se realizaban normalmente cuando el proceso de lixiviación ha terminado puesto que la información se encontraba en manos de cada personal de guardia quienes estaban obligados a llevar todo el registro de su trabajo en fólderes físicos, lo que trajo como consecuencia el hacer difícil tener un control eficiente del proceso de lixiviación. También produjo una gran lentitud al trabajo de realización de reportes de los encargados de análisis de muestras y en la toma de decisiones no permitiéndoles acceder de manera rápida y eficiente a la información y teniéndolo en constante peligro de daño o pérdida, al tener la data en diferentes lugares en formatos físicos, en hojas de Excel.

Para Evaluar el impacto generado por la implementación de un Sistema de Información al proceso de lixiviación de pruebas en botellas en el Laboratorio Metalúrgico de Minera Yanacocha, se plantearon objetivos para evaluar el impacto que generaría, los cuales se vinieron desarrollando durante el proceso de la presente tesis. En conclusión obteniéndose lo siguiente:

Se identificó la secuencia de actividades de cada proceso de lixiviación de mineral en botellas del Laboratorio metalúrgico, lo cual me permitió determinar los requerimientos funcionales del sistema de información que se desarrolló. El tesista trabajó en cada proceso del negocio, analizando y documentando cada proceso para logra con este objetivo.

Se logró determinar los requerimientos funcionales y no funcionales para dar, Estos requerimientos que dieron origen a los casos de uso del sistema, con los que finalmente se validó el Sistema de Información instalado.

Se logró establecer la arquitectura del Sistema de Información, con su diagrama de despliegue, se logró también realizar los diagramas de secuencias de los principales requerimientos y diseñar así la base de datos del sistema de información.

Se logró la implementación de los requerimientos funcionales obtenidos mediante el lenguaje de programación Power Builder y la Base de Datos que se diseñó en Microsoft Access, se llegó a desarrollar un sistema ejecutable, denominado Sistema de Información de Lixiviación de Pruebas de Mineral en Botellas, se muestran las principales pantallas como producto de ello. Vemos aquí plasmado en un software informático con las funcionalidades identificadas en cada proceso del sistema.

Se logró realizar pruebas del sistema en concordancia con los casos de uso principales, los cuales se comprobaron con registro de datos reales, obteniéndose resultados satisfactorios en cada proceso de caso de uso examinado.

Se puso el Sistema de Información en las instalaciones del laboratorio metalúrgico, Los trabajadores y administrativos fueron quienes no dudaron en dejar de usar los documentos físicos, hojas de Excel entre otros y usar el sistema instalado completamente.

Contribuyendo de esta manera con la data centralizada, tener acceso desde un ordenador tan solo con una clave y usuario; evitando con esto la posibilidad de daño o pérdida de información y permitiendo además tener la información disponible en todo momento en cualquier lugar del laboratorio y anexos. Finalmente se concluye que la principal contribución del presente trabajo de tesis es la construcción de una solución de software que les da a los administrativos y trabajadores del laboratorio metalúrgico un control en línea de cada sub proceso de lixiviación ayudando en la detección de errores a tiempo, ahorrando de esta manera tiempo y costos indebidos en los reactivos y mano de obra. También contribuyó el Sistema en la seguridad y calidad de información puesto que los pesos de las balanzas y otras medidas como es la data de los peachímetros son jalados directamente a una Base de Datos sin la intervención de la mano humana. Los reportes con la implementación del Sistema fueron hechos en un promedio de 80% más rápidos, ayudando de esta manera a hacer más pruebas y entrega de resultados a tiempo.

## 5.2 Recomendaciones

Con el propósito de prever inconvenientes y realizar mejoras en el futuro se hacen las siguientes recomendaciones:

La programación periódica de la limpieza de mantenimiento de la Base de Datos.

La documentación de todos los requerimientos futuros a fin de tener un rápido reconocimiento de las necesidades del laboratorio para cuando se solicite el diseño y construcción de una nueva solución de software o la ampliación o adaptación de la ya existente.

Analizar la posibilidad de migrar otro lenguaje de desarrollo Como Python Anywhere y la Base Datos a MySQL o PostgreSQL; por ser de uso gratuito.

Cuando se hagan requerimientos de nuevos equipos de balanzas, peachímetros y de titulación asegurarse que tengan cables de conexión con puertos USB.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carrasco Díaz, S. (2008). *Metodología de la Investigación Científica* ( Segunda Edición ed.). Lima Perú, Lima, Perú: Editorial San Marcos E.I.R.L.
- Chaucayanqui Quisa, B. E. (2012). *Modelo de planta piloto para recuperación del oro de la pequeña minería y minimizar los impactos ambientales*. Tesis, Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Geológica, Lima.
- Córdova Forero, J. A. (2014). *Implementación de un Sistema de Matrículas y pagos Para el Centro de Informática de la Universidad Cesar Vallejo*. Lima - Perú.
- Galindo Romero, M. A. (2016). *Aplicación de Software PI Sistem en el Control de los Parámetro de Flotación en Minerales Sulfurados de Cobre*. Tesis, Lima - Perú.
- Jacobson, I., Booch, G., & Rumbaugh. (2000). *El Proceso Unificado de Desarrollo de Software*. Madrid.
- Kruchten, P. y. (2000). *The Rational Unified Process: An Introduction*.
- La Cadena V.; Coralia. (1998). (Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad de Ingeniería en Geología Minas y Petróleo.) Recuperado el 16 de Diciembre de 2015, de <http://es.scribd.com/doc/115719985/Cianuracion-en-botella#scribd>
- Lixiviación de minerales*. (14 de enero de 2012). Recuperado el Noviembre de 2015, de Lixiviación de Pruebas en Botellas: <http://es.scribd.com/doc/78214631/Prueba-en-Botellas>
- Lixiviación de Pruebas en Botellas*. (s.f.). Recuperado el Noviembre de 2015, de <http://es.scribd.com/doc/78214631/Prueba-en-Botellas>
- Luza Montero, C. (2010). *Análisis de sistemas*. Lima, Perú: Fondo Editorial UIGV.
- Manrique Martínez, J. A. (2005). *Tesis sobre el Manejo de Pilas de Lixiviación de oro en Minera Yanacocha*. E.A.P. de Ingeniería Metalúrgica de la Universidad Mayor de San Marcos, Cajamarca.
- Manrique Martínez, J. A. (2005). *Tesis sobre el Manejo de Pilas de Lixiviación de oro en Minera Yanacocha*. E.A.P. de Ingeniería Metalúrgica de la Universidad Mayor de San Marcos, Lima.
- Marchese García, A. (2008). *Optimización del proceso de cianuración de un mineral aurífero*. Investigación, TECSUP, Lima.
- Mendoza Moya, I. J. (2005). *Balance Metalúrgico*. Tesis de PostGrado UTO, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Oruro- Bolivia.
- Mendoza, C. (2011). Proyecto de tesis.

Rojas González, R. Z. (Mayo de 2007). *Análisis, Estudio y Determinación de los Requerimientos de Información para la Implementación de un Sistema de Control de Indicadores*. Tesis, Universidad del Bío-Bío, Facultad de Ingeniería , Santiago - Chile.

Schmuller, J., & Pearson Educación S.A. (2000). *Aprendiendo UML en 24 Horas*. México.

*T Student*. (s.f.). Recuperado el 7 de Diciembre de 2015, de <http://es.slideshare.net/williamleon20/prueba-de-hipotesis-para-muestras-pequeas-est-ind-clase03>

**ANEXOS**

**ANEXO. 01****ENCUESTA DIRIGIDA AL PERSONAL DEL LABORATORIO METALÚRGICO  
SOBRE LA LIXIVIACIÓN EN BOTELLAS****A. Servicios orientados a usuarios**

1. Cómo son los accesos a la data del proceso de lixiviación en botellas
  - a. El administrador autoriza poner un usuario y clave de acceso a cada trabajador (1)
  - b. No existe acceso controlado por usuario y clave (2)
  - c. Cada trabajador crea sus claves de acceso (3)
  - d. El administrador es el único que tiene acceso (4)
  - e. Otros, especifique: ..... (5)
2. Usted como trabajador de Lixiviación y necesite contar con el acceso a la data histórica a tiempo, ¿qué tan satisfecho o insatisfecho está usted con el acceso a la data?
  - a. Muy Satisfecho, > 90% (1)
  - b. Algo satisfecho, > 66% (2)
  - c. Ni satisfecho ni insatisfecho, > 50% (3)
  - d. De alguna manera insatisfecho, < 33% (4)
  - e. Muy insatisfecho, < 10% (5)

**B. Protección de la Base de Datos**

3. ¿Cuál es su opinión sobre el nivel de seguridad de la data de lixiviación en botellas?
  - a. Muy seguro (1)
  - b. Seguro (2)
  - c. Poco seguro (3)
  - d. Inseguro (4)
  - e. Muy inseguro (5)
4. Qué medios utiliza para hacer las copias de respaldo de la data de lixiviación
  - a. CDS, USBS, discos portátiles externos (1)
  - b. Se realizan en la PC de cada usuario de lixiviación (2)
  - c. Un servidor designado por la empresa para Bases de Datos (3)
  - d. La PC del administrador, supervisor (4)
  - e. Otros, especifique: ..... (5)
5. Cuándo realizan las copias de respaldo de la data de lixiviación
  - a. Nunca se realizan copias de seguridad (1)
  - b. Cuando se cambia o se formatea una PC (2)

- c. No existe tiempo establecido (3)
- d. Es a responsabilidad del administrador del Laboratorio (4)
- e. Es por protocolo del servidor de la empresa (5)

**C. Administración de la Información**

- 6. Quién administra el historial de la data de lixiviación en botellas.
  - a. Por medio de un administrador de base de datos (1)
  - b. Por medio del personal administrativo del laboratorio (2)
  - c. Es responsabilidad de cada trabajador (3)
  - d. No existe administración del historial (4)
  - e. Otro, especifique: ..... (5)

**D. Satisfacción de clientes**

- 7. En una escala del 1 al 5, Cómo calificaría el tiempo de entrega de resultados a los clientes.

En el tiempo pactado 5

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

**E. Aumento de la productividad**

- 8. Quiénes o cómo se realizan los reportes de la data luego del Balance Metalúrgico del proceso de lixiviación
  - a. Por medio del encargado de lixiviación (1)
  - b. Existe personal asignado para realizar estos reportes (2)
  - c. El personal administrativo (3)
  - d. Por medio de un sistema computarizado (4)
  - e. Todas las anteriores (5)
- 9. Cuanto tiempo demoran en hacer un reporte promedio de 10 muestras.
  - a. .... Segundos (1)
  - b. .... Minutos (2)
  - c. .... Horas (3)
  - d. .... Días (4)
  - e. Otros, especifique: ..... (5)

**F. Ayuda en la toma de decisiones**

- 10. ¿Cuenta con reportes previos para determinar si se continua o no con la lixiviación de una prueba?, esto para la pruebas de máxima. extracción; sabiendo que no se debe parar la lixiviación una vez que se inició.
  - a. Siempre se cuenta con este tipo de reportes (1)

- b. Casi siempre se cuenta con este tipo de reportes (2)
  - c. Raramente se cuenta con este tipo de reportes (3)
  - d. Se determina por la decisión del supervisor (4)
  - e. No se cuenta con este tipo de reportes (5)
11. Para las pruebas con tiempo definido, ¿cómo se dan los avisos diarios de inicio o de fin de la lixiviación?
- a. Revisando diariamente las hojas de registro de Excel (1)
  - b. Se dan por medio de un sistema computarizado (2)
  - c. Se dan por medio del supervisor de turno (3)
  - d. Se da por medio de rótulos en cada botella de lixiviación (4)
  - e. Otro especifique: ..... (5)
12. En cuanto a la calidad de información, ¿Cómo se registra la data de las balanzas y peachímetros?
- a. Manualmente a la Base de Datos de la computadora (1)
  - b. Manualmente a formatos de las hojas en Excel (2)
  - c. Manualmente a formatos de papel bon (3)
  - d. Se jala directamente a la Base de Datos del computador (4)
  - e. Otro, especifique: ..... (5)
13. En cuanto a la calidad de información, ¿los valores de la titulación de cada prueba de mineral, cómo y en dónde lo registran?
- a. Manualmente pero directamente en la Base de Datos del sistema computarizado(1)
  - b. Manualmente a formatos de las hojas en Excel (2)
  - c. Manualmente a formatos de papel bon (3)
  - d. Son jalados directamente a la Base de Datos del Sistema computarizado (4)
  - e. Otro, especifique:..... (5)
14. Las fórmulas como en el caso de cianuro de sodio calculado de cada prueba de lixiviación, ¿cómo o dónde se efectúan?
- a. Son automatizas por el sistema computarizado (1)
  - b. En hojas de cálculo de Excel (2)
  - c. Con calculadoras portátiles (3)
  - d. El trabajador lo realiza manualmente (4)
  - e. Otro, especifique:..... (5)

**ENCUESTA DIRIGIDA A LOS CLIENTES DEL LABORATORIO METALÚRGICO  
SOBRE LA LIXIVIACIÓN EN BOTELLAS**

**FINALIDAD: La satisfacción del cliente**

**1. En cuanto al tiempo de entrega de resultados, ¿qué tan satisfecho o insatisfecho está usted con nuestro Laboratorio?**

- a) Muy Satisfecho, > 90% (1)
- b) Algo satisfecho, > 66% (2)
- c) Ni satisfecho ni insatisfecho, > 50% (3)
- d) De alguna manera insatisfecho, < 33% (4)
- e) Muy insatisfecho, < 10% (5)

**2. En cuanto al tiempo de entrega de resultados, ¿Qué tan probable es que usted recomendaría este laboratorio a un amigo o colega?**

- a) Muy Probable, > 90% (1)
- b) Probable, > 66% (2)
- c) Más probable que improbable, > 50% (3)
- d) Poco probable, < 33% (4)
- e) Muy poco probable, < 10% (5)

**3. En cuanto a la calidad de resultados, ¿qué tan satisfecho o insatisfecho está usted con nuestro Laboratorio?**

- a) Muy Satisfecho (1)
- b) Algo satisfecho (2)
- c) Ni satisfecho ni insatisfecho (3)
- d) De alguna manera insatisfecho (4)
- e) Muy insatisfecho (5)

**4. En cuanto a la calidad de resultados, ¿qué tan satisfecho o insatisfecho está usted con nuestro Laboratorio?**

- a) Muy Satisfecho (1)
- b) Algo satisfecho (2)
- c) Ni satisfecho ni insatisfecho (3)
- d) De alguna manera insatisfecho (4)
- e) Muy insatisfecho (5)

## ANEXO 02

## Casos de pruebas

## Caso de prueba - Registro de muestras

<b>Nombre de la prueba</b>	<b>Registro de muestras</b>								
<b>Tipo de Pruebas</b>	Funcionalidad								
<b>Caso de uso de prueba</b>	Caso de uso registro de recepción de muestras								
<b>Numero de caso de prueba</b>	CU01								
<b>Descripción de la prueba</b>	Realizar el registro de una muestra								
<b>Pre-Condiciones</b>	El encargado de recepción debe estar identificado en el sistema								
<b>Post-condiciones</b>	Se genera un código interno para la muestra registrada								
<b>Notas:</b>									
<b>Resultado DD/MM/YYYY</b> (Pasa / Falla / Advertencia / Incompleto)	<b>Pasa– Revisado (23/10/2008)</b>								
<b>PASOS DE PRUEBA</b>			<b>RESULTADOS ESPERADOS</b>			<b>P</b>	<b>F</b>	<b>A</b>	<b>I</b>
1.	Flujo básico		es correcta			x			
2.	Sub flujo Eliminar		es correcta			x			
3.	Flujos alternativos		es correcta			x			

**ANEXO 03****SOLICITUD DE VALIDACIÓN DIRIGIDA A EXPERTOS EN LIXIVIACIÓN DE MINERALES Y ADMINISTRACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN LABORATORIO METALÚRGICO**

Cajamarca, 23 de Abril del 2018

Señor:

Ing. Delmer Fernández Lázaro

Jefe/Metalurgista Senior de Laboratorio Metalúrgico de Minera Yanacocha

Presente

Reciba un cordial saludo

Motivado por su reconocida formación y experiencia en áreas de **Lixiviación de minerales en botellas y de haber participado como Administrador en la implementación de Sistemas de Información en su área**, me complace dirigirme a usted en respuesta a su valiosa colaboración para la validación de los instrumentos que anexo, el mismo que servirá para recolectar información relativa a la investigación denominada: **“EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN EN EL PROCESO DE LIXIVIACIÓN DE PRUEBAS EN BOTELLAS EN EL LABORATORIO METALÚRGICO DE MINERA YANACOCHA”**, investigación que estoy realizando para obtener mi Título Profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de Cajamarca.

Asimismo, anexo el Instrumento para la validación de los instrumentos y el cuadro de variables e indicadores para una rápida comprensión y validación de estos.

Agradeciendo su valiosa colaboración en el desarrollo e impulso de la investigación, me suscribo.

Muy cordialmente,

**CAULBERTO VALDIVIA PRIETO**

## Validación del Instrumento por el Experto

**INSTRUMENTO PARA LA VALIDACIÓN**

**APRECIACIÓN CUALITATIVA**

CRITERIOS	Excelente	Bueno	Regular	Deficiente
Presentación del Instrumento	✓			
Claridad en la redacción de los ítems	✓			
Pertinencia de la variable con los indicadores	✓			
Relevancia del contenido	✓			
Factibilidad de la aplicación	✓			

Observaciones:

*La encuesta tiene relación con la aplicación del software*

Validado por: *DELIA FERNÁNDEZ LÓPEZ* DNI N° *77980172*

Profesión: *ING. METALURGISTA*

Lugar de Trabajo: *LABORATORIO DE INVESTIGACIONES METALÚRGICAS - CUSCO*

Cargo que desempeña: *METALURGISTA SENIOR*

Lugar y fecha de validación: *CAJAMARCA, 23 ABRIL 2018*

Firma: 