



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática

Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas

**Implementación de plataforma web de participación
ciudadana para evaluación de proyectos mineros
mediante sistema experto y análisis de sentimientos**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas

AUTOR

Brenda Nevenka COSTA BOJANICH

ASESOR

Carlos Alberto CÁNEPA PEREZ

Lima, Perú

2018



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Costa, B. (2018). *Implementación de plataforma web de participación ciudadana para evaluación de proyectos mineros mediante sistema experto y análisis de sentimientos*. Tesis para optar el título de Ingeniero de Sistemas. Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas, Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

HOJA DE METADATOS COMPLEMENTARIOS

CÓDIGO ORCID DEL AUTOR: No cuenta con código ORCID.

CÓDIGO ORCID DEL ASESOR: <https://orcid.org/0000-0003-4051-4164>

DNI DEL AUTOR: 76406090

GRUPO DE INVESTIGACIÓN: Soluciones Racionales Sanmarquinas (SOLRASAN).

INSTITUCIÓN QUE FINANCIA PARCIAL O TOTALMENTE LA COMUNICACIÓN:
Vicerrectorado de Investigación y Posgrado de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DONDE SE DESARROLLÓ LA INVESTIGACIÓN. DEBE INCLUIR LOCALIDADES Y COORDENADAS GEOGRÁFICAS:

Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Lima, Lima, Lima, Perú.

Coordenadas: -12.053358, -77.085421

AÑO O RANGO DE AÑOS QUE LA INVESTIGACIÓN ABARCÓ: 2015 al 2018.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INFORMATICA
Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas

Acta de Sustentación de Tesis

Siendo las...10:42...horas del día...07...de diciembre del año 2018, se reunieron los docentes designados como miembros de Jurado de Tesis, presidido por el Dr. Néstor Adolfo Mamani Macedo (Presidente), Lic. Jorge Luis Chávez Soto (Miembro) y el Mg. Carlos Alberto Cánepa Pérez (Miembro Asesor) para la sustentación de la Tesis intitulada: **"IMPLEMENTACIÓN DE PLATAFORMA WEB DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA PARA EVALUACIÓN DE PROYECTOS MINEROS MEDIANTE SISTEMA EXPERTO Y ANÁLISIS DE SENTIMIENTOS"**; de la bachiller Brenda Nevenka Costa Bojanich, para obtener el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas.

Acto seguido de la exposición de la Tesis, el Presidente invitó a la bachiller a dar respuesta a las preguntas establecidas por los Miembros del Jurado.

La bachiller en el curso de sus intervenciones demostró pleno dominio del tema, al responder con acierto y fluidez a las observaciones y preguntas formuladas por los señores miembros del Jurado.

Finalmente habiéndose efectuado la calificación correspondiente por los miembros del Jurado, la bachiller obtuvo la nota de.....18..... (En letras)...dieciocho.....

A continuación el Presidente Dr. Néstor Adolfo Mamani Macedo, declara a la bachiller **Ingeniero de Sistemas.**

Siendo las...11:55...horas, se levantó la sesión.

.....
Presidente
Dr. Néstor Adolfo Mamani Macedo

.....
Miembro
Lic. Jorge Luis Chávez Soto

.....
Miembro Asesor
Mg. Carlos Alberto Cánepa Pérez

FICHA CATALOGRAFICA

COSTA BOJANICH, Brenda Nevenka

IMPLEMENTACIÓN DE PLATAFORMA WEB DE PARTICIPACIÓN
CIUDADANA PARA EVALUACIÓN DE PROYECTOS MINEROS MEDIANTE
SISTEMA EXPERTO Y ANÁLISIS DE SENTIMIENTOS

Línea de Investigación: Inteligencia Artificial

Lima, Perú. 2018

Tesis, Facultad de Ingeniería de Sistemas, Escuela Profesional Ingeniería de Sistemas,
Pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Formato 28 x 20 cm

Páginas 153

DEDICATORIA:

Dedicado a mis padres por todo el amor y dedicación que me brindan día a día, sin ellos nada de esto sería posible.

AGRADECIMIENTOS:

Agradezco al Ingeniero Moisés Ortega y la Ingeniera Juanita Silva por su participación y su tiempo; y a mi asesor, Magister Carlos Cánepa, por su apoyo en todo este proceso.

IMPLEMENTACIÓN DE PLATAFORMA WEB DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA PARA EVALUACIÓN DE PROYECTOS MINEROS MEDIANTE SISTEMA EXPERTO Y ANÁLISIS DE SENTIMIENTOS

Autor: COSTA BOJANICH, BRENDA NEVENKA
Asesor: CÁNEPA PÉREZ, CARLOS ALBERTO
Título: Tesis, para optar el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas
Fecha: Noviembre del 2018

RESUMEN

La problemática social en nuestro país crece de manera alarmante y los conflictos de tipo socio ambiental son su principal origen. La minería representa más de la mitad de estos conflictos. La población que rodea las zonas de exploración minera no son informados de los proyectos que son evaluados, y ese desconocimiento los hace blanco fácil de agitadores y de algunas empresas mineras que no respetan sus derechos. De la misma forma no encuentran canales de comunicación efectivos que les permitan expresar su preocupación o malestar.

Dentro del proceso de Evaluación de Proyectos Mineros, la fase de Participación Ciudadana no cuenta con mecanismos de participación que optimicen la forma en que se registran y procesan las opiniones de los pobladores e involucrados y que permitan al Estado y las propias empresas mineras priorizar la atención de los conflictos. Aprovechando el rápido despliegue del Internet a las capitales departamentales del país mediante la Red Dorsal de Fibra Óptica, se hace indispensable el desarrollo de sistemas que procesen estos datos y los conviertan en información de calidad accesible y que faciliten la interacción entre la triada Empresa, Poblador y Estado.

Este problema exige soluciones socio-tecnológicas que motiven la participación de los diversos interesados. En ese sentido, nuestra propuesta es desarrollar una plataforma web que permitirá integrar la evaluación ambiental y el análisis de opinión de los comentarios que hagan los pobladores sobre los proyectos mineros en evaluación y ejecución y que mostrará los resultados de dicho análisis en tiempo real a los responsables de la evaluación y todos los interesados.

Palabras Claves: impacto ambiental, minería, participación ciudadana, sistemas expertos, análisis de opinión, análisis de sentimientos.

IMPLEMENTATION OF A WEB PLATFORM FOR CITIZEN PARTICIPATION IN THE EVALUATION OF MINING PROJECTS THROUGH EXPERT SYSTEM AND SENTIMENTAL ANALYSIS

Author: COSTA BOJANICH, BRENDA NEVENKA
Adviser: CÁNEPA PÉREZ, CARLOS ALBERTO
Title: Thesis, to choose the Professional Title System Engineer
Date: November, 2018

ABSTRACT

The social problems in our country are growing alarmingly, and socio-environmental conflicts are its main origin. Mining accounts for more than half of these conflicts. The population surrounding the mining exploration areas are not informed of the projects that are evaluated, and this ignorance makes them easy targets for agitators and for some mining companies that do not respect their rights. In the same way they do not find effective communication channels that allow them to express their concern or discomfort.

Within the process of Evaluation of Mining Projects, the Citizen Participation phase does not have current mechanisms that optimize the way in which the opinions of the residents and stakeholders are processed and that allow the State and the mining companies themselves to prioritize the attention of some conflict or even predict areas in which long-term problems that could stop exploitation activities will appear. Taking advantage of the rapid deployment of the Internet to the departmental capitals of the country through the Fiber Optic Dorsal Network, it is essential to develop systems that process this data and convert it into accessible quality information and facilitate interaction between the triad Company, Settler and State.

This problem requires social-technological solutions that motivate the participation of diverse stakeholders. In this sense, our proposal is to develop a web platform that will allow integrating the environmental assessment and the opinion analysis of the comments made by the inhabitants about the mining projects in evaluation and execution, and that will show the results of this analysis in real time to the responsible for the evaluation and all stakeholders.

Keywords: environmental impact, mining, citizen participation, expert systems, opinion analysis, sentiment analysis.

INDICE

Capítulo 1. Planteamiento Metodológico	16
1.1. Introducción	16
1.2. Antecedentes	17
1.3. Definición del Problema	20
1.3.1. Problema Principal	20
1.3.2. Problemas Secundarios.....	21
1.4. Definición de Objetivos	21
1.4.1. Objetivo General.....	21
1.4.2. Objetivos Específicos	21
1.5. Justificación de la Investigación	21
1.6. Alcance	22
1.6.1. Aspecto Espacial.....	22
1.6.2. Aspecto Social	22
1.6.3. Aspecto Técnico	23
1.7. Hipótesis	23
1.7.1. Hipótesis General	23
1.7.2. Hipótesis Específicas	23
1.8. Variables e Indicadores.....	24
1.9. Universo y Muestra.....	24
1.9.1. Universo	24
1.9.2. Muestra	25
1.10. Organización de la Tesis.....	25
Capítulo 2. Marco Teórico	27
2.1. Minería y Conflictos Sociales en el Perú.....	27
2.1.1. Minería y PBI en el Perú	27
2.1.2. Proceso de Evaluación de Estudios de Impacto Ambiental(PEEIA)	30

2.1.3.	Participación Ciudadana	31
2.2.	Taxonomía de la Inteligencia Artificial	32
2.2.1.	Paradigmas Biológicos	33
2.2.2.	Técnicas Clásicas.....	34
2.3.	Técnicas de Clasificación de la Opinión.....	38
2.3.1.	Star Rating	38
2.3.2.	Métodos Estadísticos Tradicionales	38
2.3.3.	Análisis de Sentimientos	38
2.4.	Metodologías Orientadas al Desarrollo de Sistemas Basados en el Conocimiento	
	39	
2.4.1.	KSM	39
2.4.2.	CommonKADS	39
2.4.3.	MAS-CommonKADS	40
2.5.	Benchmarking	40
2.5.1.	Estudio Comparativo de Tecnologías de Inteligencia Artificial para la Implementación de la solución.....	40
2.5.2.	Estudio Comparativo de Tecnologías para la Minería de Opinión para el Módulo de Participación Ciudadana	42
2.5.3.	Estudio Comparativo de las Metodologías para el Desarrollo del SBC (Sistema Basado en Conocimiento)	44
2.6.	Sistema Experto	46
2.6.1.	Definición y Funciones.....	46
2.6.2.	Características.....	47
2.6.3.	Elementos del Sistema Experto	48
2.7.	Análisis de Sentimientos.....	51
2.7.1.	Definición	51
2.7.2.	Nociones Básicas de Análisis de Sentimientos	51
2.7.3.	Enfoques	53

2.7.4.	Análisis de Sentimientos Basados en Aspectos.....	54
2.7.5.	Ejemplo Aplicativo.....	54
2.8.	Metodología CommonKADS	55
2.8.1.	Ciclo de Vida de CommonKADS	55
2.8.2.	Los Modelos de CommonKADS.....	56
2.8.3.	Integración de los Modelos	57
Capítulo 3.	Estado del Arte	58
3.1.	Minería de Todos: Promoción de la Minería Responsable y Sostenible en el Perú	58
3.1.1.	Descripción.....	58
3.1.2.	Problema.....	58
3.1.3.	Solución.....	58
3.1.4.	Diferencias con la solución propuesta.....	59
3.2.	¿Qué hace que las comunicaciones en línea de los gobiernos locales sean exitosas? Perspectivas de un análisis de métodos múltiples de Facebook.....	60
3.2.1.	Descripción.....	60
3.2.2.	Problema.....	60
3.2.3.	Solución.....	60
3.2.4.	Resultado	60
3.3.	Conoce tus Fuentes: el catálogo web y participativo de los manantiales y fuentes de Andalucía	61
3.3.1.	Descripción.....	61
3.3.2.	Problema.....	61
3.3.3.	Solución.....	61
3.3.4.	Resultado	61
3.4.	Sistema Experto para Evaluar la Sensibilidad Ambiental	62
3.4.1.	Descripción.....	62
3.4.2.	Problema.....	63

3.4.3.	Solución	63
3.4.4.	Resultado	63
3.5.	Informes de sostenibilidad sobre conflictos mineros a gran escala: el caso de Bajo de la Alumbrera, Argentina.....	64
3.5.1.	Descripción.....	64
3.5.2.	Problema.....	64
3.5.3.	Solución.....	64
3.5.4.	Resultado	64
Capítulo 4.	Aporte Teórico.....	66
4.1.	Definición de la Solución	66
4.1.1.	Perfiles de Usuario	67
4.1.2.	Interacciones Principales con el Sistema.....	67
4.2.	Estrategia para la Construcción de la Solución	67
4.2.1.	Aplicación de Metodología CommonKADS.....	68
4.2.2.	Análisis de Requerimientos.....	69
4.2.3.	Diseño Lógico y Físico.....	69
4.2.4.	Implementación del Sistema Experto.....	69
4.2.5.	Implementación del Análisis de Sentimientos.....	69
4.2.6.	Implementación de Plataforma Web	69
4.2.7.	Despliegue	69
4.3.	Tecnologías, Metodologías y Herramientas a Utilizar	70
4.3.1.	Metodologías	70
4.3.2.	Herramientas y Tecnologías	70
4.4.	Descripción del Estudio de Caso Práctico	72
Capítulo 5.	Aporte Práctico: Desarrollo de la Solución	74
5.1.	Aplicación del Bloque de Contexto de la Metodología CommonKADS	74
5.1.1.	Modelo de la Organización.....	74

5.1.2.	Modelo de Tareas	79
5.1.3.	Modelo de Agentes	83
5.2.	Aplicación del Bloque de Concepto de la Metodología CommonKADS	84
5.2.1.	Modelo de Conocimiento	84
5.3.	Ejemplo de Uso de Sistema Experto sobre Caso Práctico	98
5.4.	Análisis de Modelo de Sentimientos	100
5.4.1.	Definición de Entidades.....	100
5.4.2.	Definición de Modelo de Sentimientos	101
5.5.	Ejemplo de Uso de Análisis de Sentimientos sobre Caso Práctico	102
5.6.	Análisis de la Solución mediante el Modelo de Casos de Uso	103
5.6.1.	Actores.....	103
5.6.2.	Casos de Uso	104
5.7.	Requerimiento No Funcionales.....	113
5.8.	Diseño de la Solución	113
5.8.1.	Arquitectura Lógica.....	113
5.8.2.	Arquitectura Física	117
5.8.3.	Modelo de Base de Datos	119
5.8.4.	Diseño de Salidas	120
5.8.5.	Modelo de Navegabilidad de Prototipos	123
5.8.6.	Indicadores o Métricas de Validación	124
5.9.	Desarrollo de la Solución.....	125
5.9.1.	Página Principal.....	126
5.9.2.	Ingreso al Sistema.....	127
5.9.3.	Registro de Empresa o Usuario	127
5.9.4.	Panel de Control – Empresa Minera.....	128
5.9.5.	Registro de Proyecto.....	128
5.9.6.	Ver Indicadores.....	130

5.9.7.	Consulta de Proyectos	131
5.9.8.	Detalle de Proyecto y Registro de Opiniones	131
5.9.9.	Notificaciones de Alerta	134
5.10.	Validación	135
5.10.1.	Validación de Sistema Experto por Expertos Humanos.....	135
5.10.2.	Validación de Plataforma para Participación Ciudadana	136
5.10.3.	Resumen de Resultados	139
Capítulo 6.	Discusión, Conclusiones y Recomendaciones	141
6.1.	Discusión	141
6.2.	Conclusiones	142
6.3.	Recomendaciones	142
6.4.	Futuros Trabajos	142
ANEXO 1:	Proyectos Utilizados para la Investigación.....	147
ANEXO 2:	Cuestionario aplicado a los participantes del estudio.....	150
ANEXO 3:	Lista de Miembros de la Muestra	152
ANEXO 4:	Recursos y Presupuesto	153

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.1 VARIABLES E INDICADORES	24
TABLA 2.1 MECANISMOS DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA	29
TABLA 2.2 LOS ENFOQUES DE LA IA	33
TABLA 2.3 BENCHMARKING DE TECNOLOGÍA A USAR	41
TABLA 2.4 BENCHMARKING DE TECNOLOGÍA A USAR	43
TABLA 2.5 BENCHMARKING DE METODOLOGÍA A USAR.....	45
TABLA 4.1 TECNOLOGÍAS Y HERRAMIENTAS A APLICAR.....	70
TABLA 4.2 TECNOLOGÍAS Y HERRAMIENTAS A APLICAR.....	71
TABLA 4.3 TECNOLOGÍAS Y HERRAMIENTAS A APLICAR.....	71
TABLA 4.4 TECNOLOGÍAS Y HERRAMIENTAS A APLICAR.....	72
TABLA 5.1 OM-1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y OPORTUNIDAD.....	74
TABLA 5.2 OM-2. ASPECTOS VARIANTES.....	75
TABLA 5.3 OM-3. DESCOMPOSICIÓN DEL PROCESO	76
TABLA 5.4 OM-4. RECURSOS DE CONOCIMIENTO	77
TABLA 5.5 OM-5. DOCUMENTO DE VIABILIDAD	78
TABLA 5.6 TM-1: ANÁLISIS DE TAREAS	79
TABLA 5.7 TM-1 ANÁLISIS DE TAREAS	79
TABLA 5.8 TM-1 ANÁLISIS DE TAREAS	80
TABLA 5.9 TM-1 ANÁLISIS DE TAREAS	80
TABLA 5.10 TM-1 ANÁLISIS DE TAREAS	81
TABLA 5.11 TM-1 ANÁLISIS DE TAREAS	81
TABLA 5.12 TM-2 ELEMENTOS DE CONOCIMIENTO	82
TABLA 5.13 TM-2 ELEMENTOS DE CONOCIMIENTO	82
TABLA 5.14 TM-2 ELEMENTOS DE CONOCIMIENTO	82
TABLA 5.15 TM-2 ELEMENTOS DE CONOCIMIENTO	83
TABLA 5.16 TM-2 ELEMENTOS DE CONOCIMIENTO	83
TABLA 5.17 AM-1: ESPECIFICACIÓN DEL AGENTE.....	84
TABLA 5.18 AM-1: ESPECIFICACIÓN DEL AGENTE.....	84
TABLA 5.19 AM-1: ESPECIFICACIÓN DEL AGENTE.....	84
TABLA 5.20 IDENTIFICACIÓN DEL CONOCIMIENTO.....	86
TABLA 5.21 CONCEPTOS DEL SISTEMA EXPERTO	89
TABLA 5.22 RELACIONES DE CONCEPTOS.....	91
TABLA 5.23 REGLAS PARA DETERMINAR EL IMPACTO.....	96
TABLA 5.24 REGLAS PARA DETERMINAR LA IMPORTANCIA.....	97

TABLA 5.25 REGLAS PARA DETERMINAR INDICADORES Y VALORACIÓN FINAL	98
TABLA 5.26 ENTIDADES DEL MODELO	100
TABLA 5.27 MODELO DE SENTIMIENTOS	102
TABLA 5.28 CUS CONSULTAR PROYECTOS	105
TABLA 5.29 CUS VER DETALLE DE PROYECTO.....	106
TABLA 5.30 CUS REGISTRAR COMENTARIOS.....	107
TABLA 5.31 CUS REGISTRAR POBLADOR.....	108
TABLA 5.32 CUS REGISTRAR EMPRESA MINERA.....	109
TABLA 5.33 CUS REGISTRAR PROYECTO MINERO.....	110
TABLA 5.34 CUS OBTENER MATERIAL PARA DISTRIBUCIÓN.....	111
TABLA 5.35 CUS CONSULTAR ÍNDICES DE ACEPTACIÓN.....	112
TABLA 5.36 REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES.....	113
TABLA 5.37 MENSAJE DE NOTIFICACIÓN DE NUEVO PROYECTO	120
TABLA 5.38 MENSAJE DE ALERTA DE COMENTARIO NEGATIVO.....	121
TABLA 5.39 INFORME RESUMIDO DE UN PROYECTO	122
TABLA 5.41 INDICADORES DE VALIDACIÓN	125
TABLA 5.42 EXPERTOS QUE APOYARON EL DESARROLLO DEL SISTEMA EXPERTO.....	135
TABLA 5.43 RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS VALIDACIONES CON EXPERTOS.....	135
TABLA 5.44 CARACTERÍSTICAS A EVALUAR PARA LA VALIDACIÓN	136
TABLA 5.45 VALIDACIÓN DE RESULTADOS	140
TABLA 0.1 COSTOS DE DESARROLLO DEL SOFTWARE.....	153
TABLA 0.2 COSTO DE BIENES DE SOFTWARE Y SERVICIOS DE SOFTWARE	153
TABLA 0.3 COSTO TOTAL	153

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1 ÍNDICE DE COMPETITIVIDAD MINERA.....	17
FIGURA 1.2 PROGRAMA NACIONAL DE INFORMACIÓN AMBIENTAL DE CHILE	19
FIGURA 1.3 RESUMEN EJECUTIVO EN LA PLATAFORMA WEB DEL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS	20
FIGURA 1.4 DEPARTAMENTO DE ORIGEN DE LOS PARTICIPANTES	25
FIGURA 2.1 PARTICIPACIÓN DE LOS SECTORES EN EL PBI - 2017.....	27
FIGURA 2.2 PERÚ: CONFLICTOS SOCIALES SEGÚN TIPO, JUNIO 2018	28
FIGURA 2.3 PERÚ: CONFLICTOS SOCIOAMBIENTALES POR ACTIVIDAD, JUNIO 2018	28
FIGURA 2.4 PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE EIA Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA.....	30
FIGURA 2.5 TAXONOMÍA DE SISTEMAS EXPERTOS	32
FIGURA 2.6 MODELO SIMPLE DE PERCEPTRÓN.....	34
FIGURA 2.7 UNIDAD COGNITIVA.....	39
FIGURA 2.8 BENCHMARKING DE TECNOLOGÍAS A USAR	42
FIGURA 2.9 BENCHMARKING DE TECNOLOGÍAS A USAR	44
FIGURA 2.10 BENCHMARKING DE METODOLOGÍA A USAR.....	46
FIGURA 2.11 ESTRUCTURA DE UN SISTEMA EXPERTO	48
FIGURA 2.12 ANÁLISIS DE TEXTOS	53
FIGURA 2.13 EJEMPLO DE ANÁLISIS DE OPINIÓN.....	55
FIGURA 2.14 MODELOS Y NIVELES DE METODOLOGÍA COMMONKADS	56
FIGURA 4.1 FLUJO BASE DE LA SOLUCIÓN.....	66
FIGURA 4.2 ETAPAS Y TAREAS EN EL DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN.....	68
FIGURA 5.1 PROCESO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA	75
FIGURA 5.2 PLANTILLA DE VALORACIÓN	87
FIGURA 5.3 MODELO DE DOMINIO	88
FIGURA 5.4 ÁRBOL ONTOLÓGICO	100
FIGURA 5.5 MODELO DE CASOS DE USO.....	103
FIGURA 5.6 ACTORES	104
FIGURA 5.7 INTERFAZ GRÁFICA - ARQUITECTURA LÓGICA	114
FIGURA 5.8 SERVICIOS - ARQUITECTURA LÓGICA.....	115
FIGURA 5.9 DATOS - ARQUITECTURA LÓGICA.....	115
FIGURA 5.10 PERSISTENCIA - ARQUITECTURA LÓGICA	115
FIGURA 5.11 ARQUITECTURA LÓGICA	116
FIGURA 5.12 ARQUITECTURA FÍSICA	118
FIGURA 5.13 DISEÑO DE BASE DE DATOS.....	119
FIGURA 5.14 PÁGINA PRINCIPAL.....	126

FIGURA 5.15 PROYECTOS EN TENDENCIA	126
FIGURA 5.16 FORMULARIO DE INGRESO	127
FIGURA 5.17 FORMULARIO DE REGISTRO DE EMPRESA.....	127
FIGURA 5.18 PANEL DE CONTROL DE LA EMPRESA	128
FIGURA 5.19 FORMULARIO DE REGISTRO DE PROYECTO.....	129
FIGURA 5.20 INDICADORES PARA LA EMPRESA SOUTHERN	130
FIGURA 5.21 CONSULTA DE PROYECTOS	131
FIGURA 5.22 DETALLE DE PROYECTO	132
FIGURA 5.23 ÁREA DE COMENTARIOS.....	133
FIGURA 5.24 RESPUESTA DE UN COMENTARIO.....	133
FIGURA 5.25 MENSAJE DE ALERTA PARA EMPRESA MINERA	134
FIGURA 5.26 MENSAJE DE ALERTA PARA USUARIO.....	134
FIGURA 5.27 RESPUESTAS DE DEDUCCIÓN DE OBJETIVO DE LA PLATAFORMA.....	136
FIGURA 5.28 TASA DE ÉXITO POR FLUJO EN EL PRIMER INTENTO	137
FIGURA 5.29 NIVEL DE ENTENDIMIENTO DE LA INFORMACIÓN	137
FIGURA 5.30 EVALUACIÓN DE TIEMPO DE ESPERA	138
FIGURA 5.31 SENSACIÓN DE VALOR DE LA PLATAFORMA	138

Implementación de Plataforma Web de Participación Ciudadana para Evaluación de Proyectos Mineros mediante Sistema Experto y Análisis de Sentimientos

Capítulo 1. Planteamiento Metodológico

1.1. Introducción

[DEFENSORIA DEL PUEBLO, 2018] Según se expresa en el último informe sobre Conflictos Sociales en nuestro país, presentado por la Defensoría del Pueblo, la mayor parte de los conflictos sociales son los que se relacionan con el impacto socio ambiental de las exploraciones mineras, los cuales representan un 65.9% del total. **[MEF, 2017]** Como señala la última edición del Anuario Minero del Ministerio de Economía y Finanzas del Perú, el Producto Bruto Interno (PBI) de nuestro país depende en un porcentaje de 13.9% de las actividades extractivas mineras, la cual la convierte en la principal actividad económica después de la de Servicios. De ello se puede inferir que cuando un proyecto minero se detiene, su impacto en nuestra economía es notable, de ahí la relevancia de tratar los conflictos que puedan generar un cese en sus actividades.

[INEI,2015] En el año 2015 el Instituto Nacional de Estadística e Informática realizó un estudio del Monitoreo del agua de los ríos después de las operaciones mineras, el cual demostró que en los últimos 10 años la contaminación derivada de las minas a las fuentes hídricas de las regiones ha ido decayendo a porcentajes muy bajos (entre 6 y 7%), indicando que las empresas y el Gobierno están en camino de hacer que esta actividad sea más amigable con el medio ambiente, pero en la población ha quedado el antecedente de una minería destructiva y abusiva (que aún existe en algunas zonas). Aunque las leyes actuales protegen al medio ambiente y a los pobladores y establecen mecanismos de Participación Ciudadana mediante el Manual de Participación Ciudadana de Ministerio de Energía y Minas presentado desde el año 2011 y en vigencia hasta futuros cambios **[M.BAUTISTA, 2011]**, persisten las protestas y reclamos constantes de personas que escondidos y/o disfrazados como líderes de una lucha justa para proteger al medio ambiente, buscan alcanzar sus propios intereses aprovechándose de la falta de información del impacto minero en el proceso exploratorio y extractivo de minerales de las personas afectadas.

[PROINVERSION, 2018] El despliegue de la red dorsal de fibra óptica empieza a generar cambios en todas las regiones beneficiadas, ahora el gobierno puede estar más cerca de las personas y cualquier ciudadano puede acceder a servicios informativos que brinda el Estado a través de Internet. ¿Por qué no utilizar esta nueva infraestructura para brindar un servicio de Participación Ciudadana dinámico, al que pueda acceder cualquier persona desde cualquier lugar? Nos referimos a una plataforma desde la cual una persona pueda visualizar los proyectos mineros que están siendo evaluados en su zona (analizados por un motor de reglas personalizable para que se ajuste a la normativa actual del gobierno y que se encuentra en el propio sistema) y que además le permita en tiempo real ingresar observaciones a tomarse en cuenta antes de que las autoridades competentes den luz verde a un proyecto.

Además, las autoridades competentes (Ministerio de Energía y Minas, Ministerio del Ambiente y Ministerio del Interior, entre otras) podrán utilizar la información brindada por los usuarios con fines de investigación y control. Hablamos entonces de una aplicación dinámica que haga de los pobladores un ente activo de fiscalización y evite más enfrentamientos violentos que dejen sentidas pérdidas humanas. En la presente tesis se tratará el desarrollo e implementación de esta propuesta.

1.2. Antecedentes

En el informe que presentó el Área de Investigación del Banco BBVA sobre minería en el 2017 [BBVA, 2017], se muestra un ranking de Índice de Competitividad Minera a nivel mundial.



Figura 1.1 Índice de Competitividad Minera [BBVA, 2017]

Cabe destacar que:

- ☞ Tres países de América del Norte; Canadá, Estados Unidos y México, ocupan el segundo, tercer y noveno puesto respectivamente.
- ☞ Un cuarto de los países que aparecen son de América del Sur, entre los cuales figura el Perú que ocupa el cuarto lugar.

Con base en estas observaciones podemos entender la importancia de esta actividad en Sudamérica. La economía de esta región es dependiente de los recursos (como indica el estudio de KPMG Perú [**CHANTELLE, 2012**]), y la extracción de metales es la que genera la parte más significativa del Producto Bruto Interno de países vecinos como Chile, Brasil, Colombia y Argentina.

A pesar del beneficio económico que proporciona la minería, los problemas que rodean a esta actividad a nivel Latinoamérica son originados por dos factores principales: el impacto ambiental y la disputa por los beneficios, los conflictos aparecen al fallar la comunicación entre Estado, mineras y población. Países como Argentina [**SCHIFFRIN, 2013**] y Chile [**MINANCH, 2015**] han tratado de superar estas dificultades estableciendo marcos de trabajo para las empresas, que incluyen leyes de protección al medio ambiente y la obligación de la previa consulta a los pobladores antes de iniciar un proyecto. A continuación, se citan algunos casos de interés:

[**SCHIFFRIN, 2013**] Uno de los casos más controversiales fue el del cerro Famatina, en la provincia de La Rioja, Argentina; en esta zona se extraía oro a muy poca distancia de un glaciar, atentando contra este importante recurso hídrico. En el informe ambiental que presentó la Fundación Ambiente y Recursos Naturales (organización argentina que tiene la intención de analizar las causas de los conflictos sociales que aparecen por asuntos ambientales y plantear soluciones o medidas de prevención para evitarlos) en el año 2013, en el apartado de Minería y Participación, a partir del estudio del caso Famatina, concluyó que la única vía para solucionar el problema era establecer normas legales estrictas con respecto al cuidado de medio ambiente y la promoción de la Participación Ciudadana. En dicho informe se muestra un plan de participación basado

en medios de comunicación (televisión, radio e Internet) para usar la información como cura al mal de las disputas ambientales.

Otro caso interesante, es el de Chile [MINANCH, 2015]. A diferencia del resto de países sudamericanos, Chile cuenta con todo un plan integral de minería, que incluye un marco legal tanto para el ámbito económico como ambiental. Chile fue pionero en implementar un sistema SINIA (Sistema Nacional de Información Ambiental) con la finalidad de dar a conocer a la población el impacto de las distintas actividades extractivas sobre su ecosistema. Su Programa Nacional de Información Ambiental tiene una estructura compleja y eficaz, que se resume en la Figura 1.2.

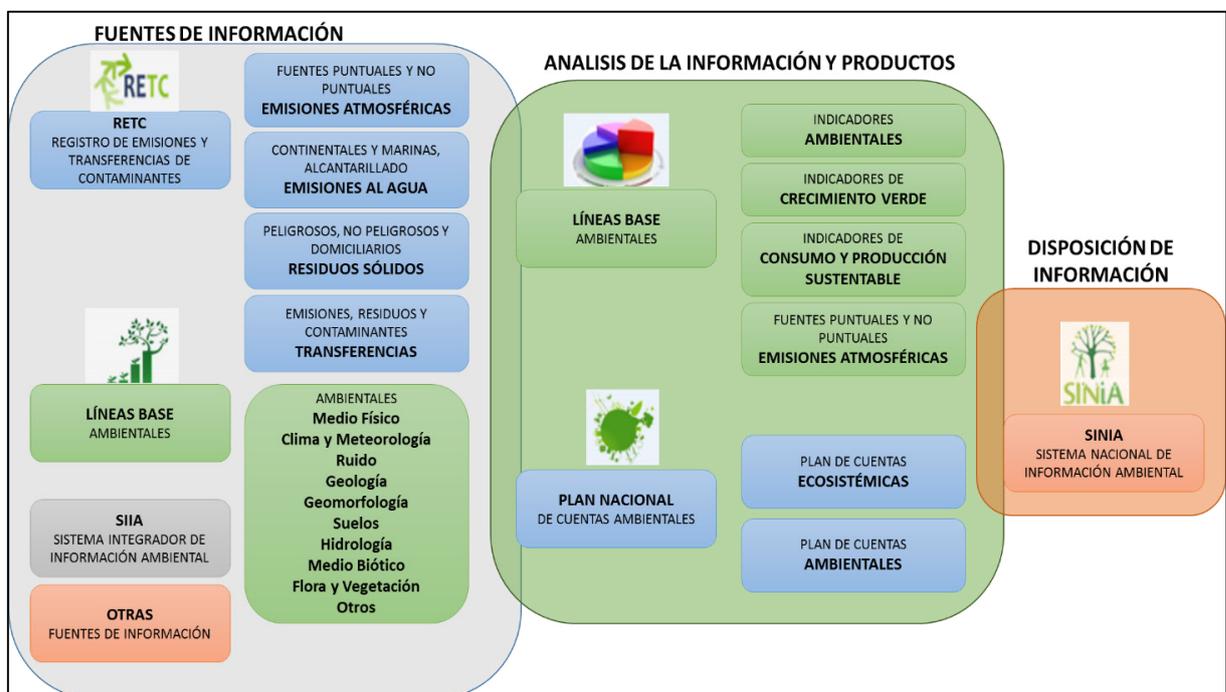


Figura 1.2 Programa Nacional de Información Ambiental de Chile [MINAMCH, 2015]

En nuestro país, la situación es diferente. Actualmente contamos con un conjunto de instituciones relacionadas a la actividad minera y la resolución de conflictos en torno a ella, que son: el Ministerio de Energía y Minas, el Ministerio del Ambiente y la Defensoría del Pueblo. En primer lugar, el Ministerio de Energía y Minas [MINEM, 2017], se encarga de promover el desarrollo sostenible de las actividades energéticas y mineras, impulsando la inversión privada. Este ministerio cuenta con un portal web en el cual se encuentran publicados todos los estudios de impacto ambiental presentados a la fecha. Estos informes son bastante técnicos, pueden llegar a tener más de 100 páginas

de extensión y no son aptos para la población no especialista en temas ambientales o mineros (ver Figura 1.3). [MINAM, 2015] El Ministerio de Ambiente, por su parte, gestiona el monitoreo y control de impactos de las exploraciones, cuyos resultados y resúmenes pueden ser consultados desde su página web <https://www.gob.pe/minam>. Finalmente, la Defensoría del Pueblo [DEFENSORIA DEL PUEBLO, 2018] gestiona los problemas y denuncias de la población con respecto a temas socio-ambientales. Presenta resúmenes mensuales de los conflictos registrados en su portal web <https://www.defensoria.gob.pe/>. Se ha intentado replicar el ejemplo de Chile, creando el repositorio SINIA que centraliza la información proveniente de estas tres instituciones, sin embargo, este sistema se encuentra mayormente desactualizado y posee varias deficiencias de uso, como páginas sin redirección o sin contenido.

ÁREAS SUPERFICIALES EN ACTIVIDAD MINERA			
DESCRIPCION	ACTIVIDAD	ZONA	DATUM
CANCHAS DE RELAVES BOCA MINAS PLANTA CONCENTRADORA	EXPLORACION SUBTERRANEA	18	WGS84
REGION	PROVINCIA	DISTRITO	
LIMA	HUARAL	CHANCAY	
LIMA	HUARAL	HUARAL	

ÁREAS SUPERFICIALES EN USO MINERO			
DESCRIPCION	ACTIVIDAD	ZONA	DATUM
EXPLORACION SUBTERRANEA	18	WGS84	
EXPLORACION SUBTERRANEA	18	WGS84	
EXPLORACION SUBTERRANEA	18	WGS84	
EXPLORACION SUBTERRANEA	18	WGS84	

2.3 COORDENADAS DEL PUNTO CENTRAL (REFERENCIAL) DEL PROYECTO			
COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE	ZONA	DATUM
251.330.24	8.729.082.65	18	Wgs84

2.4 ÁREAS DE INFLUENCIAS			
ÁREA DIRECTA SOCIAL			
ACTIVIDAD	ZONA	DATUM	
18	WGS84		
ÁREA INDIRECTA SOCIAL			
ACTIVIDAD	ZONA	DATUM	
18	WGS84		
ÁREA DIRECTA AMBIENTAL			
ACTIVIDAD	ZONA	DATUM	
18	WGS84		

Figura 1.3 Resumen Ejecutivo en la plataforma web del Ministerio de Energía y Minas [MINEM, 2017]

1.3. Definición del Problema

1.3.1. Problema Principal

No se cuenta con una plataforma accesible y con información clara y sencilla para la presentación de los informes de impacto ambiental, lo cual afecta el proceso de participación ciudadana dentro de la evaluación de proyectos mineros de nuestro país, propiciando conflictos y oportunidades de casos de corrupción y manipulación de la población por terceros para obtener sus propios beneficios.

1.3.2. Problemas Secundarios

1.3.2.1. Los informes que se entregan a la población tienen términos técnicos y complejos que impiden su correcto entendimiento.

1.3.2.2. La plataforma actual del Ministerio de Energía y Minas no permite expresar opiniones sobre los informes, solo leerlos.

1.3.2.3. La información entregada solo alcanza a algunos pobladores, ya que es difícil de ubicar o no hay suficiente personal para acercarse persona a persona para explicarla.

1.4. Definición de Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Esta tesis tiene como objetivo implementar una solución basada en una plataforma web que permita el procesamiento y presentación dinámica de la información concerniente a los estudios ambientales realizados sobre proyectos mineros mediante un sistema experto y el análisis de sentimientos para facilitar el proceso de participación ciudadana en la evaluación de proyectos mineros.

1.4.2. Objetivos Específicos

1.4.2.1. Validar la influencia del uso de la plataforma web en el nivel de interés y entendimiento de la información por parte de la población durante el proceso de participación ciudadana.

1.4.2.2. Desarrollar una plataforma que facilite la participación ciudadana mediante el ingreso de comentarios que serán analizados para implementar métodos inteligentes de notificación y reporte de los niveles de aceptación de los proyectos.

1.4.2.3. Facilitar la distribución de la información sintetizada a la población mediante medios de exportación (impresión de un documento físico a modo de volantes).

1.5. Justificación de la Investigación

1.5.1. La población peruana se ve afectada por el impacto ambiental que ocasiona la ejecución de proyectos mineros formales y no cuentan con información clara que les permita

expresar sus dudas o malestar frente a su ejecución en las etapas tempranas del proceso de evaluación. [BBVA, 2017]

1.5.2. La minería, entrega un considerable porcentaje del PBI a nuestro país, de ahí la importancia de que sus actividades se realicen con normalidad y no se vean interrumpidas por conflictos internos. [BBVA, 2017]

1.5.3 Los problemas socio ambientales aparecen de manera continua en nuestro país debido a la preocupación de la población por las repercusiones ambientales de la minería frente a actividades tradicionales como la agricultura artesanal. [BRIDGE, 2012]

1.5.4 Análisis realizados por instituciones como la Universidad Católica del Perú en *Conflictos Mineros: Explorando Los Problemas De Comunicación En Etapas Clave Del Ciclo Productivo*, han demostrado que la falta de participación sobre asuntos ambientales mineros da lugar a conflictos con el Gobierno. Estos conflictos son muchas veces aprovechados por inescrupulosos que engañan a la población y los manipulan para iniciar actos de violencia. [CARRILLO,2014]

1.5.5. Gastos cuantiosos se efectúan en infraestructura para la implementación del servicio de Internet a nivel nacional y no se utiliza para implantar sistemas de comunicación con la población para temas como la minería. [PROINVERSION, 2018]

1.6. Alcance

1.6.1. Aspecto Espacial

Esta tesis abarcará los problemas de tipo socio ambiental del sector minero formal de nuestro país, es decir, es aplicable a nivel geográfico a cualquier zona del país donde la actividad minera esté presente. Aunque existen otras áreas de actividades extractivas o transformativas formales con problemas similares (por ejemplo, la actividad forestal, obras de construcción, etc.), no serán objeto de estudio, aunque podría extenderse la solución propuesta para ser adaptada a estos campos.

1.6.2. Aspecto Social

Los beneficiados con esta investigación, son:

- ☞ Los pobladores de zonas aledañas a proyectos mineros
- ☞ La sociedad civil interesada en que la minería, como actividad económica, se desarrolle con pleno respeto al medio ambiente.

- ☞ Las autoridades locales y regionales que son las que usualmente afrontan y resuelven los conflictos sociales.
- ☞ Las empresas mineras que para ejecutar un proyecto minero deben contar con la licencia social de los pobladores.
- ☞ El gobierno central, que busca el bienestar general para las familias y las empresas relacionadas a las actividades mineras.

1.6.3. Aspecto Técnico

El presente trabajo propone una solución socio-tecnológica para promover la Participación Ciudadana en el proceso de seguimiento de la Evaluación Ambiental a los proyectos mineros planteado por la Dirección General de Asuntos Ambientales [MINEM, 2017]. No se contempla en esta solución el método con el que se obtienen dichos datos del campo (análisis geológico, biológico, demográfico, sociológico, etc.). El punto de partida de la tesis es el Resumen Ejecutivo de Estudio de Impacto Ambiental (RE).

1.7. Hipótesis

1.7.1. Hipótesis General

H: La plataforma web mejora el proceso de participación ciudadana en la evaluación de proyectos mineros.

1.7.2. Hipótesis Específicas

H1: La plataforma web mejora el nivel de entendimiento de la población con respecto a los informes de impacto ambiental.

H2: La plataforma web mejora el grado de facilidad con la que la población e interesados puede expresar su opinión.

H3: La plataforma web aumenta el nivel de interés de los pobladores y otros interesados con respecto al impacto ambiental de los proyectos mineros en etapa de evaluación.

1.8. Variables e Indicadores

La variable dependiente para nuestro estudio es la eficiencia del Proceso de Participación Ciudadana en la Evaluación de Proyectos Mineros. Se plantea como variable independiente al uso de una plataforma web dinámica. Para ello, buscamos demostrar la influencia que tiene la variable independiente sobre la dependiente.

Para poder operar con las variables definiremos los siguientes indicadores:

Variable Dependiente	Indicador	Descripción	Técnica	Instrumento
Proceso de Participación Ciudadana en la Evaluación de Proyectos Mineros	Nivel de entendimiento	Grado en el que la población comprende la información que le brindan las empresas mineras.	Encuesta	Cuestionario
	Facilidad de Expresar Opinión	Nivel de facilidad con el que un poblador puede hacer llegar su opinión.	Encuesta	Cuestionario
	Nivel de Interés	Grado de interés de la población e interesados en participar en el proceso de evaluación ambiental.	Encuesta	Cuestionario

Tabla 1.1 Variables e Indicadores

Fuente: Elaboración Propia

1.9. Universo y Muestra

1.9.1. Universo

El universo de la investigación está constituido por todos los peruanos, mayores de 18 años, que residan o tengan interés por motivos familiares o económicos, en las zonas en las cuales van a ejecutarse proyectos mineros.

1.9.2. Muestra

Se procedió a seleccionar una muestra aleatoria estratificada, es decir, se seleccionaron personas al azar asegurándonos de que hubiera al menos una de cada departamento para poder representar de la mejor manera posible la gran diversidad de nuestro universo. La muestra obtenida fue de 30 personas, que se distribuyen geográficamente según el gráfico mostrado a continuación:

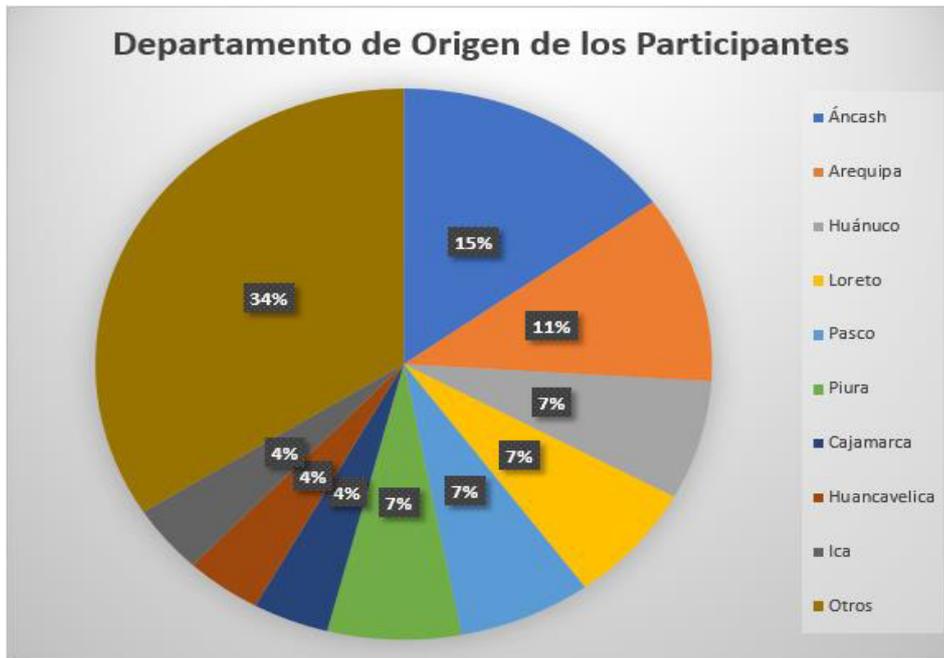


Figura 1.4 Departamento de origen de los participantes
Fuente: Elaboración Propia

1.10. Organización de la Tesis

Esta investigación se encuentra organizado de la siguiente forma:

En el capítulo I, se han detallado los datos generales de la investigación, como los antecedentes, la formulación del problema y objetivos, y la caracterización de las variables e indicadores a evaluar.

En el capítulo II, se detalla el marco teórico, que comprende todos los conceptos necesarios para comprender el problema y seleccionar las tecnologías para la implementación de la solución.

En el capítulo III, se presenta el estado del arte, en el cual se revisan los estudios más recientes con respecto al problema tratado y a las tecnologías relacionadas.

En el capítulo IV, se presenta el aporte teórico que consta del análisis y diseño de la solución a implementar.

En el capítulo V, se describe el aporte práctico, en el cual se detalla la implementación de la solución y el flujo funcional de la plataforma postulada.

En el capítulo VI, se dan a conocer las conclusiones del trabajo además de algunas recomendaciones encontradas durante el proyecto investigativo.

Posteriormente, se presenta las referencias bibliográficas citadas a lo largo de este trabajo.

Finalmente, se presenta los anexos utilizados durante el proyecto investigativo.

Capítulo 2. Marco Teórico

2.1. Minería y Conflictos Sociales en el Perú

2.1.1. Minería y PBI en el Perú

Para comprender la importancia de la actividad minera en nuestro país, podemos observar el gráfico 2.1. en el que se puede destacar que esta actividad para el año 2017 aportó un 13,9% del Producto Bruto Interno nacional [MEF, 2017]. Las protestas y disputas que puedan aparecer con respecto al factor ambiental y/o social perjudican de manera notoria la aprobación y normal desarrollo de esta actividad y por tanto los ingresos y empleos que genera.

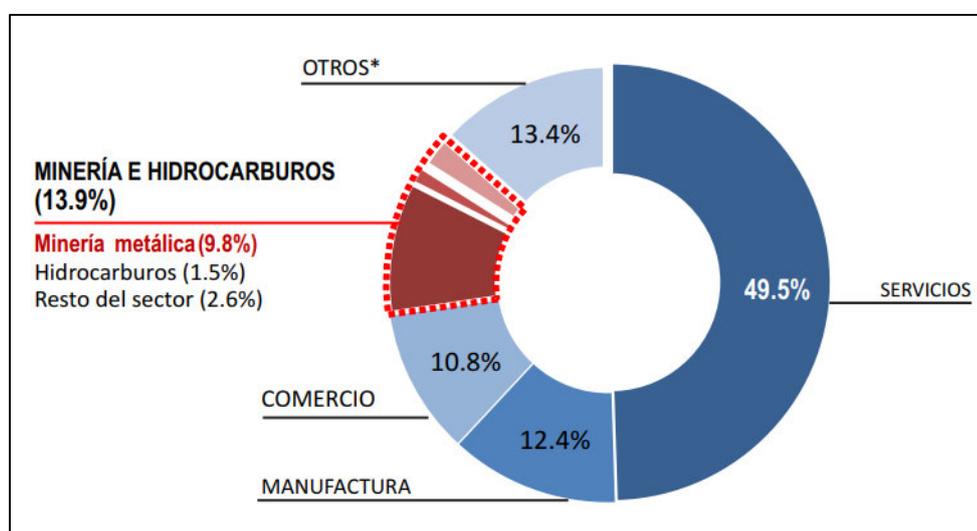


Figura 2.1 Participación de los Sectores en el PBI - 2017
[MEF, 2017]

Según el informe de conflictos sociales presentado por Defensoría del Pueblo [DEFENSORIA DEL PUEBLO, 2018], existen 126 conflictos sociales activos en el Perú que se han registrado hasta Junio de 2018. Como podemos apreciar en la figura 2.2., el 62,5% de estos problemas son de tipo socio ambiental. Perú es un país que debe una significativa parte de sus ingresos a la minería, y es alrededor de esta actividad que se origina el 65,9% de conflictos socio ambientales, porcentaje que podemos apreciar en el gráfico 2.3. En la mayoría de los casos las comunidades que rodean los proyectos mineros que están en proceso de evaluación, desconocen las repercusiones de las obras y son fácilmente manipulados por terceras personas con intereses particulares. A nivel político, se han establecido una serie de normas con la finalidad de integrar a la

población durante el proceso de evaluación ambiental de los proyectos, como queda determinado en el Manual de Participación Ciudadana vigente desde el 2011 [M. BAUTISTA, 2011], sin embargo, no han sido suficiente estos esfuerzos y los conflictos siguen apareciendo.

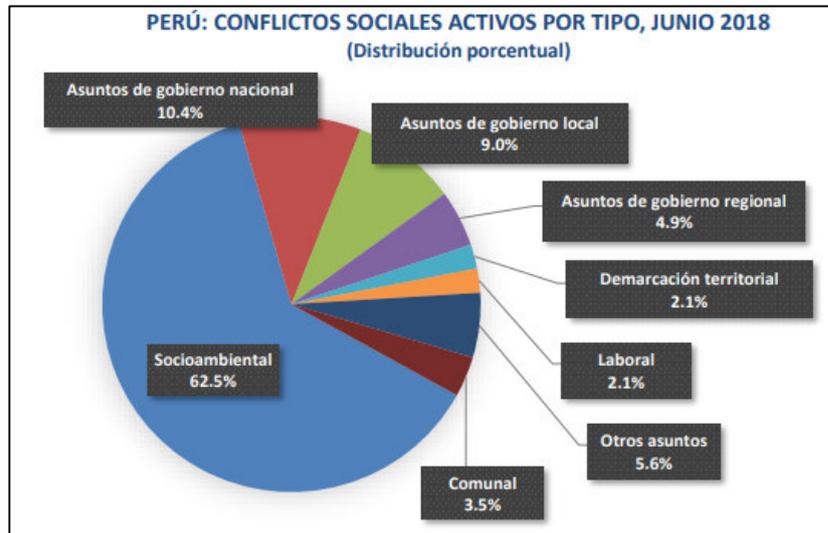


Figura 2.2 Perú: Conflictos Sociales según Tipo, Junio 2018
[DEFENSORIA DEL PUEBLO, 2018]

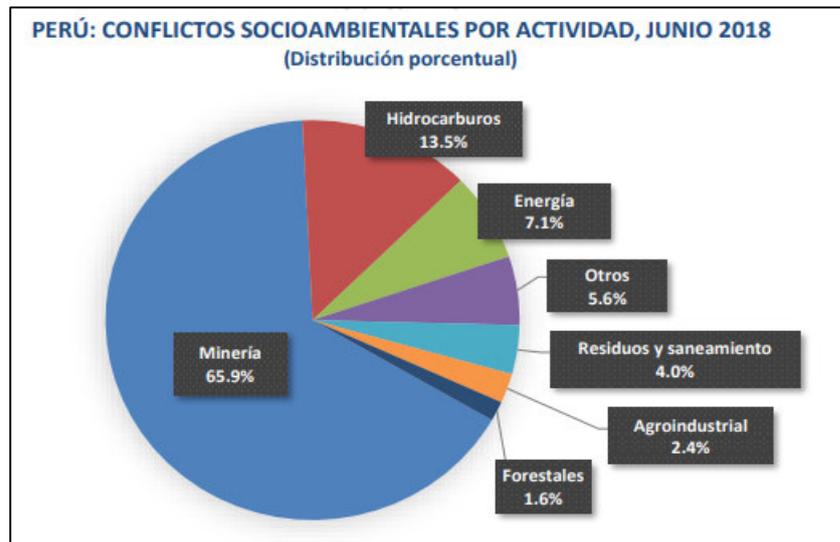


Figura 2.3 Perú: Conflictos Socioambientales por Actividad, Junio 2018
[DEFENSORIA DEL PUEBLO, 2018]

En el manual de Participación Ciudadana, se señalan los principios para una participación comunitaria eficaz, que son los siguientes:

1. Preparar a las comunidades antes de entablar relaciones con ellas.
2. Determinar qué nivel de participación es necesario.

3. Integrar la participación comunitaria en cada fase del ciclo del proyecto.
4. Incluir a las partes interesadas tradicionalmente excluidas.
5. Obtener el consentimiento libre, previo e informado.
6. Resolver las quejas de la comunidad a través del diálogo.
7. Promover el monitoreo participativo por parte de las comunidades locales.

Para alcanzar estos principios, se menciona que deben aplicarse los siguientes pasos: hacer llegar la información de manera inmediata sobre la actividad minera a realizarse, conocer las opiniones, interrogantes y observaciones de la población, hacer llegar dichas opiniones a las autoridades competentes y promover el dialogo. Se citan 13 mecanismos de participación, que pueden verse en la tabla 2.1. de los cuales nos centraremos en el primero.

Mecanismos de Participación Ciudadana	
Medio	Mecanismo
Impreso/Digital	Acceso a Resúmenes Ejecutivos (RE) y contenido de los Estudios Ambientales en lugares pertinentes como las autoridades regionales, municipales o comunales.
Escrito/Impreso/Radial	Publicidad de avisos en medios de comunicación.
Presencial	Talleres participativos para promover el diálogo.
Presencial	Encuestas, entrevistas o grupos focales
Escrito/Impreso	Distribución de materiales informativos
Presencial	Visitas guiadas al área del proyecto
Presencial	Interacción con la población mediante facilitadores.
Presencial	Oficina de Información Permanente
Presencial	Monitoreo y vigilancia ambiental participativa
Presencial	Uso de medios tradicionales (dependiendo de la población)
Presencial	Presentación de observaciones a las autoridades competentes por parte de la población
Presencial	Mesas de diálogo, espacio en el cual participa la población mediante representantes acreditados.

Tabla 2.1 Mecanismos de Participación Ciudadana

2.1.2. Proceso de Evaluación de Estudios de Impacto Ambiental(PEEIA)

Para el desarrollo de esta investigación, es imprescindible entender el proceso de evaluación de los Estudios de Impacto Ambiental. En primer lugar, según la DGAAM (Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros) [MINEM, 2017], *el Estudio de Impacto Ambiental es un documento que contiene la evaluación y descripción de los aspectos físico-naturales, biológicos, socioeconómicos y culturales en el área de influencia del proyecto, con la finalidad de determinar las condiciones existentes y capacidades del medio, analizar la naturaleza, magnitud y prever los efectos y consecuencias de la realización del proyecto, planteando medidas de previsión y control a aplicar para lograr un desarrollo armónico entre las operaciones de la industria minera y el medio ambiente.*

Como lo indica su definición, el EIA se realiza de manera previa al inicio del proyecto minero, con la intención de conocer y plantear medidas de mitigación al impacto que generará su ejecución. Este documento forma parte de la fase de Evaluación del ciclo de vida de la actividad minera, que compromete otros pasos como la Participación Ciudadana y otros estudios especializados. El cronograma del Procedimiento de Evaluación de EIA y Participación Ciudadana se muestra en la figura 2.1.

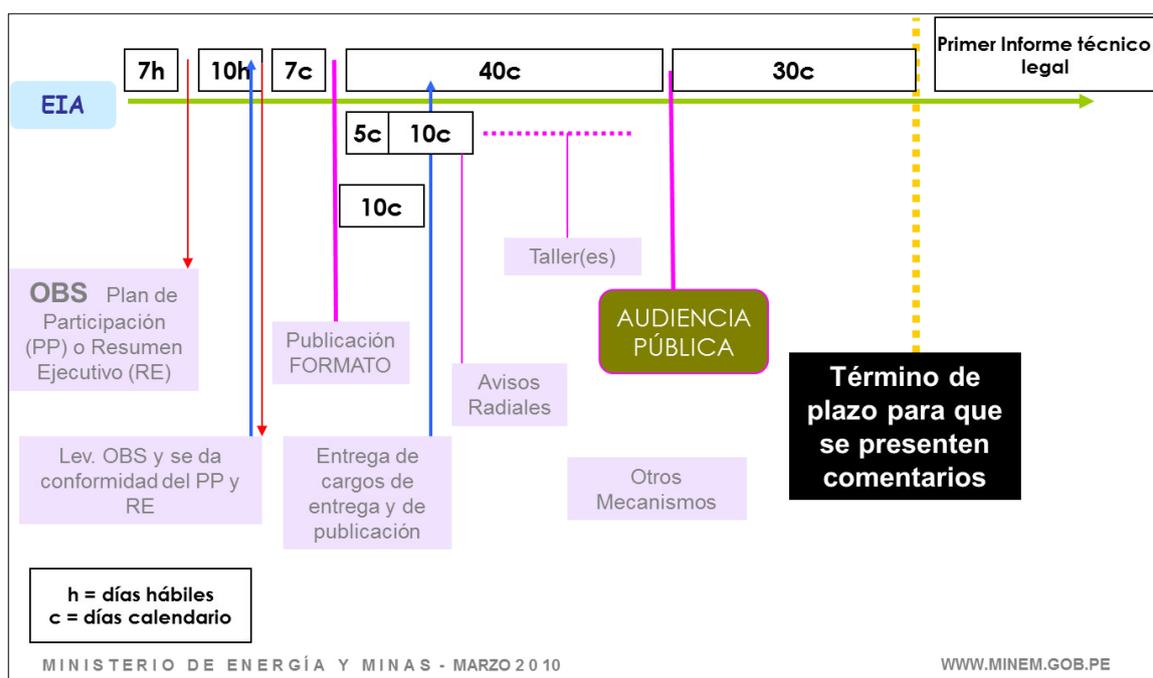


Figura 2.4 Procedimiento de Evaluación de EIA y Participación Ciudadana [MINEM, 2017]

Pasados 7 días hábiles desde la presentación del Resumen Ejecutivo (RE) del EIA y su Plan de Participación(PP), la DGAAM presenta sus observaciones a la empresa que presentó el

estudio, y a partir de allí ésta última tendrá un plazo de 10 días hábiles para levantar dichas observaciones. La DGAAM vuelve a revisar los informes corregidos y decide si les da su conformidad. De aceptarse los informes, se procede a la publicación del formato de aviso en diario El Peruano y carteles en la zona involucrada. Además, el solicitante deberá presentar 1 ejemplar impreso y digitalizado del EIA y 20 resúmenes ejecutivos a su Dirección Regional de Energía y Minas (DREM), a su Municipalidad Distrital y Provincial y a las Comunidades Campesinas o Nativas del área de influencia.

Al haberse aprobado las medidas del Plan de Participación Ciudadana se inician dichas actividades, entre ellas destaca la Audiencia Pública que debe realizarse a partir de los 40 días calendario. Luego de esta reunión cualquier persona puede presentar sus observaciones, las cuales contendrá el informe de observaciones técnicas-legales que presentará la DGAAM. La empresa tendrá un máximo de 90 días calendarios para levantar dichas observaciones, luego de cuyo periodo se expedirá en los 30 días calendario posterior la resolución aprobatoria o desaprobatoria.

2.1.3. Participación Ciudadana

El Ministerio de Energía y Minas define a la participación ciudadana como *un proceso público, dinámico y flexible que, a través de la aplicación de variados mecanismos, tiene por finalidad: poner a disposición de la población involucrada información oportuna y adecuada respecto de las actividades mineras proyectada o en ejecución; conocer y canalizar las opiniones, posiciones, puntos de vista, observaciones u aportes respecto de las actividades mineras; y promover el diálogo y la construcción de consensos; de tal forma que los intereses de las poblaciones involucradas en el ámbito de un proyecto minero sean considerados en el diseño y ejecución de éste, así como para la toma de decisiones de la autoridad en los procedimientos administrativos a su cargo.* [M.BAUTISTA, 2011]

Presentándolo de manera sencilla, la participación ciudadana engloba todas aquellas actividades que buscan incluir a la población en la toma de decisiones que los afectan de alguna forma. No podemos hablar de un proceso de evaluación de proyectos inclusivo, si no consideramos las opiniones de las personas involucradas que es tan relevante como las opiniones de las autoridades competentes. El Estado Peruano tiene un amplio número de normas que promueven y regulan los mecanismos de participación, sin embargo, no se hace un adecuado seguimiento para verificar si se ejecutan. Las autoridades encargadas (Ministerio de Energía y Minas y Ministerio del Ambiente) no están estrechamente

relacionados por lo cual es difícil asociar los aspectos ambientales en los que falla la minería que se presentan mediante una u otra entidad.

2.2. Taxonomía de la Inteligencia Artificial

Los sistemas expertos y el análisis de sentimientos son técnicas de la Inteligencia Artificial (IA). La IA se define como el estudio de los sistemas que permiten realizar actividades consideradas inteligentes, sin embargo, existen varios enfoques que la definen de distintas formas. A continuación, se muestra de manera gráfica la taxonomía de la tecnología a tratar:

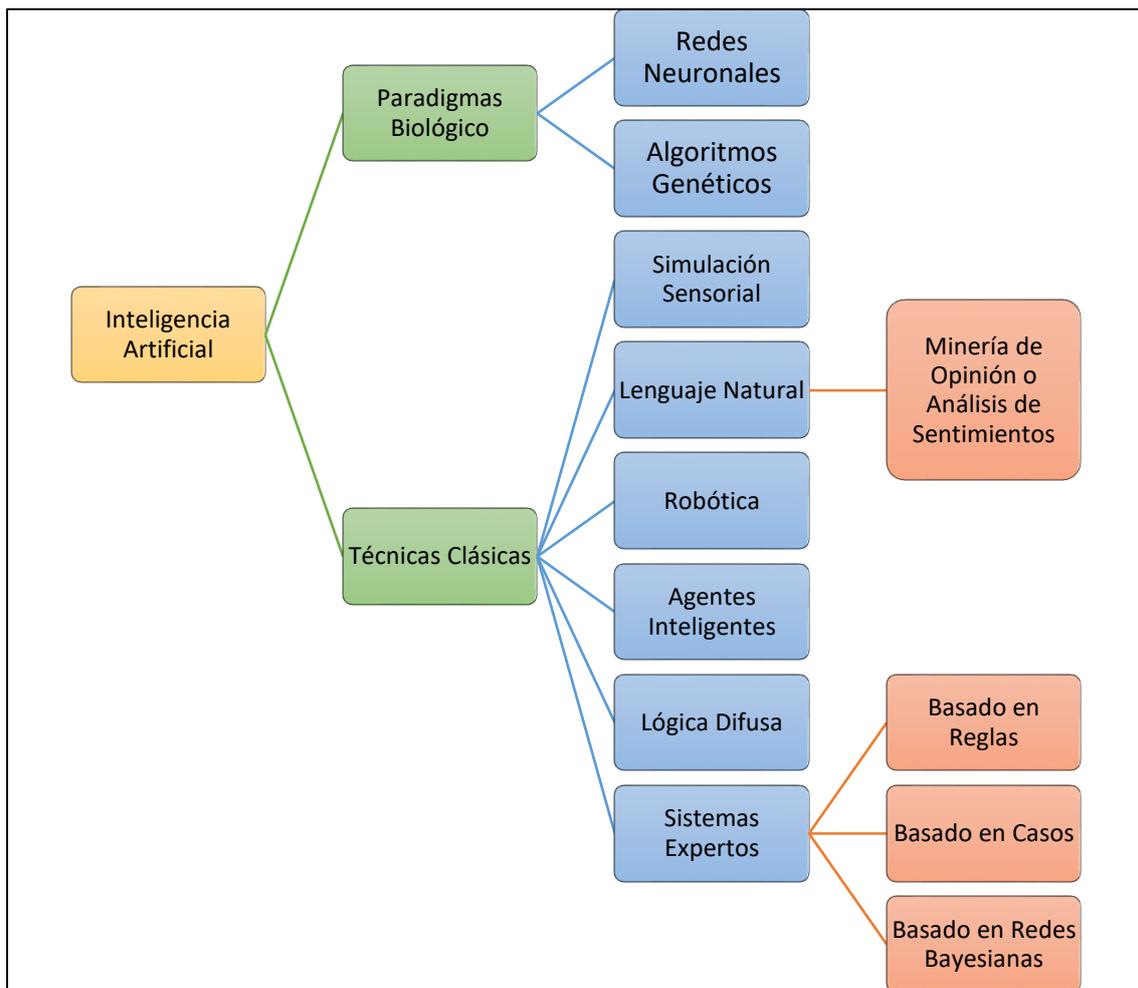


Figura 2.5 Taxonomía de Sistemas Expertos

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 2.2. podemos ver los cuatro paradigmas que posee y como varía su definición en cada uno de ellos.

Sistemas que piensan como humanos	Sistemas que piensan racionalmente
Automatización de actividades que relacionamos al pensamiento humano como la toma de decisiones y el aprendizaje.	Estudio de los cálculos que se necesitan para razonar y actuar.
Sistemas que actúan como humanos	Sistemas que actúan racionalmente
Las máquinas deben realizar acciones que un humano puede realizar tanto mental como físicamente.	El objetivo es construir agentes inteligentes.

Tabla 2.2 Los enfoques de la IA

Fuente: Elaboración Propia

La existencia de estos múltiples paradigmas ha generado la aparición de nuevas técnicas al pasar de los años. Estas técnicas pueden clasificarse como:

2.2.1. Paradigmas Biológicos

En estas se encuentran las ramas más recientes que están inspiradas en la evolución de los seres vivos y el sistema nervioso del ser humano.

2.2.1.1. Redes Neuronales

Se basan en una idea sencilla: dados unos parámetros hay una forma de combinarlos para predecir un cierto resultado. Por ejemplo, sabiendo los píxeles de una imagen habrá una forma de saber qué número hay escrito, o conociendo la carga de servidores de un Centro de Procesamiento de Datos (CPD), su temperatura y demás existirá una manera de saber cuánto van a consumir. El problema, claro está, es que no sabemos cómo combinarlos.

Las redes neuronales permiten buscar la combinación de parámetros que mejor se ajusta a un determinado problema. Son un modelo para encontrar esa combinación de parámetros y aplicarla al mismo tiempo. En el lenguaje propio, encontrar la combinación que mejor se ajusta es "entrenar" la red neuronal. Una red ya entrenada se puede usar luego para hacer predicciones o clasificaciones, es decir, para "aplicar" la combinación.

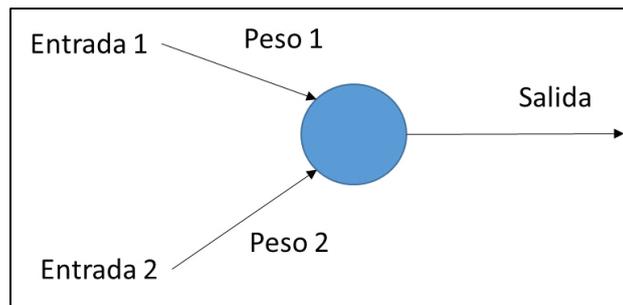


Figura 2.6 Modelo Simple de Perceptrón
Fuente: Elaboración Propia

2.2.1.2. Algoritmos Genéticos

Los Algoritmos Genéticos (AGs) son métodos adaptativos que pueden usarse para resolver problemas de búsqueda y optimización. Están basados en el proceso genético de los organismos vivos. Usan una analogía directa con el comportamiento natural. Trabajan con una población de individuos, cada uno de los cuales representa una solución factible a un problema dado. A cada individuo se le asigna un valor o puntuación, relacionado con la bondad de dicha solución. En la naturaleza esto equivaldría al grado de efectividad de un organismo para competir por unos determinados recursos.

Cuanto mayor sea la adaptación de un individuo al problema, mayor será la probabilidad de que el mismo sea seleccionado para reproducirse, cruzando su material genético con otro individuo seleccionado de igual forma. Este cruce producirá nuevos individuos – descendientes de los anteriores – los cuales comparten algunas de las características de sus padres.

2.2.2. Técnicas Clásicas

Están inspiradas en la lógica, y nacen como la confluencia de varias ciencias, entre ellas la estadística. Se caracterizan por la representación explícita del conocimiento y la imitación del proceso humano del razonamiento.

2.2.2.1. Simulación Sensorial

La simulación de la capacidad sensorial humana es área de estudio de la inteligencia artificial, que a través de las computadoras persigue la imitación de las capacidades o habilidades sensoriales humanas tales como vista, oído, habla y tacto, e intenta imitarlas a través de sensores controlados por ordenador. Algunas áreas que abarca son la visión computacional, el procesamiento de imágenes y el reconocimiento de escenas.

2.2.2.2. Lenguaje Natural (PLN)

Se encarga de cumplir con la meta fundamental de la Inteligencia Artificial que es la manipulación del lenguaje natural utilizando herramientas de computación (programas). Los lenguajes formales (programación) juegan un papel importante ya que facilitarían el enlace necesario entre los lenguajes naturales y su manipulación por máquina.

Tiene tres objetivos principales que son:

2.2.2.2.1. Interfaces en lenguaje natural

Actualmente, parece que una solución más deseable para cubrir las necesidades de los colectivos de usuarios sería una tecnología mixta consistente en interfaces híbridas de tipo gráfico/LN y voz/LN o voz/LN/gráfico. Los recientes avances en el procesamiento del lenguaje oral, junto con la tecnología PLN están convirtiendo este tipo de interfaces en una realidad práctica.

2.2.2.2.2. Procesamiento de textos

Según se ha estimado en congresos de la IFIP (International Federation for Information Processing), hay en todo el mundo más datos almacenados en forma de texto que en cualquier otra forma (como, por ejemplo, bases de datos relacionales o incluso registros de transacciones bancarias). Las ciencias de la información han abordado el problema de la recuperación probabilística, pero han tropezado con las limitaciones que plantea el sistema de palabras clave en cuanto al grado de precisión en el proceso de recuperación. Las actuales investigaciones en el campo del PLN intentan abordar estos problemas.

2.2.2.2.3. Traducción automática (TA)

El objetivo original del PLN ha tomado una vez más la delantera en cuanto a resultados científicos recientes, avances tecnológicos y aplicaciones prácticas. Diversos sistemas multilingües eficaces de TA ya están siendo explotados industrialmente y continuarán evolucionando de manera rápida en un futuro inmediato.

2.2.2.2.4. Análisis de Sentimientos

Tradicionalmente, el análisis del sentimiento ha tratado sobre la polaridad de la opinión, es decir, si alguien tiene una opinión positiva, neutral o negativa hacia algo mediante métodos computacionales. El objeto del análisis de sentimiento ha sido típicamente un producto o servicio cuya revisión ha sido hecha pública en Internet. Esto podría explicar por qué el análisis de sentimiento y la minería de opiniones se utilizan a menudo como sinónimos,

aunque, creemos que es más exacto ver los sentimientos como opiniones cargadas emocionalmente.

El análisis del sentimiento incluye una gran cantidad de tareas como la extracción y clasificación de sentimientos, detección de subjetividad, resumen y detección de spam, entre otros. Para hacer estas tareas con precisión, es necesario enfrentar varios desafíos, particularmente el significado formalización de una opinión.

2.2.2.3. Robótica

De manera formal, la Robótica se define como: El conjunto de conocimientos teóricos y prácticos que permiten concebir, realizar y automatizar sistemas basados en estructuras mecánicas poli articuladas, dotados de un determinado grado de "inteligencia" y destinados a la producción industrial o a la sustitución del hombre en muy diversas tareas. Las ciencias y tecnologías de las que deriva podrían ser: el álgebra, los autómatas programables, las máquinas de estados, la mecánica y la informática.

2.2.2.4. Agentes Inteligentes

Un agente inteligente, es una entidad capaz de percibir su entorno, procesar tales percepciones y responder o actuar en su entorno de manera racional, es decir, de manera correcta y tendiendo a maximizar un resultado esperado. Es capaz de percibir su medioambiente con la ayuda de sensores y actuar en ese medio utilizando actuadores (elementos que reaccionan a un estímulo realizando una acción).

En este contexto la racionalidad es la característica que posee una elección de ser correcta, más específicamente, de tender a maximizar un resultado esperado. Este concepto de racionalidad es más general y por ello más adecuado que inteligencia (la cual sugiere entendimiento) para describir el comportamiento de los agentes inteligentes. Por este motivo es mayor el consenso en llamarlos agentes racionales.

2.2.2.5. Lógica Difusa

La lógica difusa es una extensión de la lógica tradicional (Booleana) que utiliza conceptos de pertenencia de sets más parecidos a la manera de pensar humana. El concepto de un subset difuso fue introducido por L.A. Zadeh en 1965 como una generalización de un subset exacto

tradicional. Los subsets exactos usan lógica Booleana con valores exactos como por ejemplo la lógica binaria que usa valores de 1 o 0 para sus operaciones.

La lógica difusa no usa valores exactos como 1 o 0 pero usa valores entre 1 y 0 (inclusive) que pueden indicar valores intermedios (Ej. 0, 0.1, 0.2,...,0.9, 1.0, 1.1,...etc.). La lógica difusa también incluye los valores 0 y 1 entonces se puede considerar como una extensión de la lógica exacta.

2.2.2.6. Sistemas Expertos

Los Sistemas Expertos, rama de la Inteligencia Artificial, son sistemas informáticos que simulan el proceso de aprendizaje, de memorización, de razonamiento, de comunicación y de acción en consecuencia de un experto humano en cualquier rama de la ciencia.

Estas características le permiten almacenar datos y conocimiento, sacar conclusiones lógicas, tomar decisiones, aprender de la experiencia y los datos existentes, comunicarse con expertos humanos, explicar el porqué de las decisiones tomadas y realizar acciones como consecuencia de todo lo anterior.

Técnicamente un sistema experto, contiene una base de conocimientos que incluye la experiencia acumulada de expertos humanos y un conjunto de reglas para aplicar ésta base de conocimientos en una situación particular que se le indica al programa. Cada vez el sistema se mejora con adiciones a la base de conocimientos o al conjunto de reglas.

Principalmente existen tres tipos de sistemas expertos:

- Basados en reglas previamente establecidas. Se alcanza la solución aplicando reglas heurísticas apoyadas generalmente en lógica difusa para su evaluación y aplicación.
- Basados en casos o CBR (Case Based Reasoning). Se alcanza la solución aplicando el razonamiento basado en casos, donde la solución a un problema similar planteado con anterioridad se adapta al nuevo problema.
- Basados en redes bayesianas. Llegamos a la solución aplicando redes bayesianas, basadas en estadística y el teorema de Bayes.

2.3. Técnicas de Clasificación de la Opinión

[P.LAK,+2014]

El análisis de opiniones usa una serie de técnicas para determinar la intención de un fragmento de texto. En el tiempo se han creado y refinado nuevas formas de entender el foco y la polaridad de las opiniones subjetivas emitidas por usuarios. Se resumen a continuación las principales:

2.3.1. Star Rating

Es quizás una de las formas más simples de entender el agrado o desagrado del usuario. Consta de una escala simple de 5 estrellas, a menor número de estrellas, mayor el interés o agrado del usuario frente al objeto de evaluación. Aunque funciona bastante bien para algunos casos de uso, como la opinión respecto a un producto en una tienda virtual, para casos más complejos, como los relacionados a política, este método puede llegar a tener márgenes de error muy altos (de más de 8%, como cita Parisa Lak en su artículo *Star Ratings versus Sentiment Analysis - A Comparison of Explicit and Implicit Measures of Opinions*).

2.3.2. Métodos Estadísticos Tradicionales

Se agrupan en esta sección todas aquellas técnicas estadísticas que identifican el patrón de aparición de palabras en contextos sentimentales polarizados. Por ejemplo, se verifica que en la mayor parte de comentarios de personas que se sienten descontentas con el nivel de atención de la tienda, aparece con mayor probabilidad la palabra “atención” rodeada de adjetivos como “mala”, “ineficiente” o “desagradable”.

Algunos de los principales indicadores o estadísticos que se usan para el análisis de opinión son: Normalized Sentiment Analysis Mean (Media Normalizada de Análisis de Sentimientos) y Pearson Correlation (Correlación de Pearson) aplicada al análisis léxico.

El análisis estadístico tradicional es más eficiente, sin embargo, los niveles de cómputo que se podían alcanzar en el pasado limitaron su potencial.

2.3.3. Análisis de Sentimientos

Agrupar una serie de técnicas que usan recursos heurísticos y estadísticos con la finalidad de determinar el foco y la polaridad de una opinión. Su desarrollo creció de manera importante a partir del incremento del procesamiento de cómputo y de técnicas de inteligencia artificial que inició a finales de los años 90. Sus principales características son: permite analizar textos en lenguaje natural, no requiere que los sujetos conozcan que están evaluando un objetivo

específico, son técnicas flexibles que permiten la deducción e incluso, determinar si existen contradicciones o ironía.

Sus aplicaciones van desde el ámbito de comercio electrónico, retención de clientes, predicción de futuros comportamientos de inversionistas hasta predicción de resultados en elecciones políticas.

2.4. Metodologías Orientadas al Desarrollo de Sistemas Basados en el Conocimiento

[D.MONTOYA,+,2013]

2.4.1. KSM

Es una metodología que estructura sistemas inteligentes a los cuales brinda un entorno de ejecución propio. Se inicia con una Unidad Cognitiva que representa a un agente o ente inteligente capaz de tomar decisiones en base al conocimiento con el que cuenta. La gran ventaja que tiene KSM es que construye modelos genéricos que pueden ser reutilizados fácilmente

Una unidad cognitiva está conformada por dos partes principales: las áreas cognitivas que representan los módulos básicos de la arquitectura, llamados también *primitivas de representación*; y los métodos, los cuales implementan las funciones que se realizan sobre las áreas cognitivas.

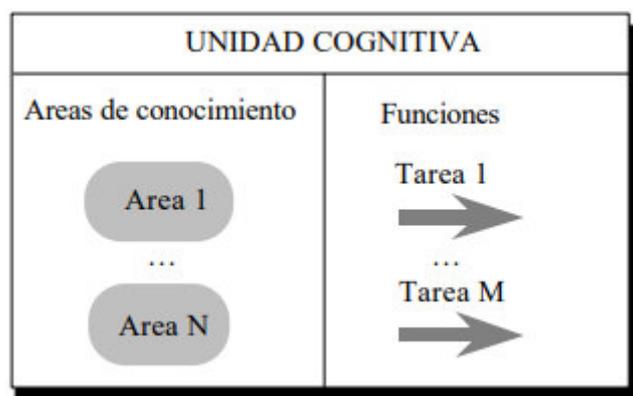


Figura 2.7 Unidad Cognitiva
[D.MONTOYA,+,2013]

2.4.2. CommonKADS

Basado en el principio de que para que el conocimiento pueda ser modelado en un nivel conceptual debe ser independiente de las construcciones informáticas específicas y de la implantación del software.

Desde el punto de vista de CommonKADS, el Sistema Basado en Conocimiento es un modelo operacional que exhibe los comportamientos deseados que se han especificado u observado en el mundo real.

Un sistema es entendido como la construcción de una serie de modelos de comportamiento de solución de problemas, vistos en su contexto organizacional y de aplicación concreto.

2.4.3. MAS-CommonKADS

MAS-CommonKADS es una metodología orientada a agentes que guía el proceso de análisis y diseño de sistemas multiagente. MAS-CommonKADS diferencia varias fases de desarrollo: conceptualización, donde el sistema se concibe como un sistema multiagente y donde el agente se identifica las propiedades del sistema; análisis, donde se encuentran diferentes modelos desarrollados para analizar el sistema desde diferentes puntos de vista; diseño, donde los diferentes modelos se centran operativamente; y desarrollo y pruebas, que no se abordan explícitamente en la metodología.

Esta metodología representa la evolución de CommonKADS, para casos en los cuales se requiere un número mayor de agentes y una mayor complejidad de dominios de conocimiento.

2.5. Benchmarking

Con la finalidad de decidir la tecnología a utilizar en la solución propuesta y la metodología a seguir para su implementación, se procede en este apartado a comparar distintas alternativas y luego evaluar los criterios más relevantes para cada uno de ellas, para así finalmente tomar una decisión. A continuación, se desarrollan las comparativas para Tecnologías de Inteligencia Artificial de Análisis de Información, para Minería de Opinión y para Metodologías orientadas al desarrollo de Sistemas Basados en el Conocimiento (SBC):

2.5.1. Estudio Comparativo de Tecnologías de Inteligencia Artificial para la Implementación de la solución.

[J.FLORES, 2012]

Es la comparación de tecnologías que son usadas para creación de sistemas inteligentes, por ejemplo: Sistemas Expertos, Redes Neuronales y Lógica Difusa.

Propiedades Críticas

A continuación, se muestra las propiedades críticas que se tomarán en cuenta en la realización del Benchmarking:

- **Inferencia:** La tecnología de I.A. (Inteligencia Artificial) que se use debe permitir realizar inferencia de tipo “valor – característica a la que pertenece” para términos concretos, que no se basan en probabilidades ya que el resultado que se espera debe ser una respuesta puntual.
- **Flexibilidad:** La tecnología de I.A. que se use debe permitir facilidad para la adición, modificación y eliminación del conocimiento.
- **Representación de conocimiento:** Para el manejo de esta solución es importante que la tecnología de I.A. a usar sea capaz de representar el conocimiento de forma simple y sencilla.

La razón por la cual usamos cada uno de estos criterios son los siguientes:

- **Inferencia:** Este criterio tiene el peso de 0.4 pues el tipo de solución que se propone se basa en la inferencia de los niveles de impacto ambiental de los proyectos.
- **Flexibilidad:** Este criterio tiene el peso de 0.2 porque se considera muy importante que el administrador de la solución no requiere de manera frecuente la facilidad de crear, modificar y eliminar el conocimiento del sistema.
- **Representación de conocimiento:** Este criterio tiene el peso de 0.4 porque se considera imprescindible para el proceso de creación de la solución y para la validación de los resultados.

Tecnologías de la IA	Características Consideradas						Nivel de Resultado
	Inferencia (0.4)		Flexibilidad (0.2)		Representación de Conocimiento (0.4)		
	Valor	Ponderado	Valor	Ponderado	Valor	Ponderado	
Sistemas Expertos	3	1.2	3	0.6	3	1.2	3.0
Redes Neuronales	3	1.2	2	0.4	3	1.2	2.8
Lógica Difusa	2	0.8	2	0.4	2	0.8	2.0

Tabla 2.3 Benchmarking de Tecnología a Usar

Fuente: Elaboración Propia, basada en [J. FLORES, 2012]

Clasificación (Valor):

0: No aplica dicha propiedad.

1: Bajo Nivel para esa propiedad.

2: Medio Nivel para esa propiedad.

3: Alto nivel para esa propiedad.

A continuación, se muestra un gráfico de barras con la información del Benchmarking:

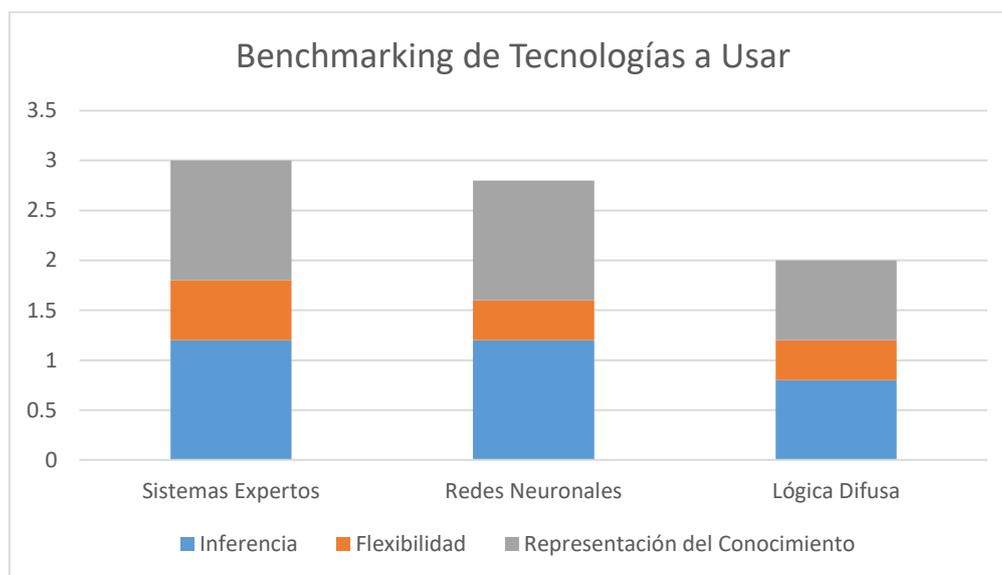


Figura 2.8 Benchmarking de Tecnologías a Usar

Fuente: Elaboración propia

Resultado: Por los resultados obtenidos se opta por usar la tecnología “Sistemas Expertos” para la implementación de la solución.

2.5.2. Estudio Comparativo de Tecnologías para la Minería de Opinión para el Módulo de Participación Ciudadana

[P.LAK,+2014]

Es la comparación de tecnologías que son usadas para la implementación de minería de opinión, por ejemplo: Sistemas Estadísticos Tradicionales, Star Rating (calificación explícita) y Análisis de Sentimientos.

Propiedades Críticas

A continuación, se muestra las propiedades críticas que se tomarán en cuenta en la realización del benchmarking:

- **Subjetividad:** La tecnología que se use debe permitir manejar la subjetividad de las opiniones que brinden los usuarios.
- **Polaridad:** La tecnología que se use debe permitir determinar la polaridad del comentario, sea positivo, negativo o neutral.
- **Fiabilidad:** Se debe considerar un margen de error inferior al 15%, de forma que se reduzca al mínimo los casos “mal interpretados”.

La razón por la cual usamos cada uno de estos criterios son los siguientes:

- **Subjetividad:** Este criterio tiene el peso de 0.3 pues el tipo de solución que se propone maneja opiniones de personas reales, siendo la subjetividad un rasgo inevitable de sus comentarios.
- **Polaridad:** Este criterio tiene el peso de 0.3 porque uno de los objetivos fundamentales del proyecto es poder interpretar los comentarios y aconsejar a la empresa los casos en que la población se muestre “muy disconforme”.
- **Fiabilidad:** Este criterio tiene el peso de 0.4 porque se considera importante el grado de precisión de la solución elegida.

Tecnologías de Minería de Opinión	Características Consideradas						Nivel de
	Subjetividad (0.3)		Polaridad (0.3)		Fiabilidad (0.4)		Resultado
	Valor	Ponderado	Valor	Ponderado	Valor	Ponderado	
Sistemas Estadísticos Tradicionales	2	0.6	3	0.9	3	1.2	2.7
Star Rating	0	0	2	0.6	3	1.2	1.8
Análisis de Sentimientos	3	0.9	3	0.9	3	1.2	3.0

Tabla 2.4 Benchmarking de Tecnología a Usar

Fuente: Elaboración Propia, basada en [P.LAK,+2014]

Clasificación (Valor):

0: No aplica dicha propiedad.

1: Bajo Nivel para esa propiedad.

2: Medio Nivel para esa propiedad.

3: Alto nivel para esa propiedad.

A continuación, se muestra un gráfico de barras con la información del Benchmarking:

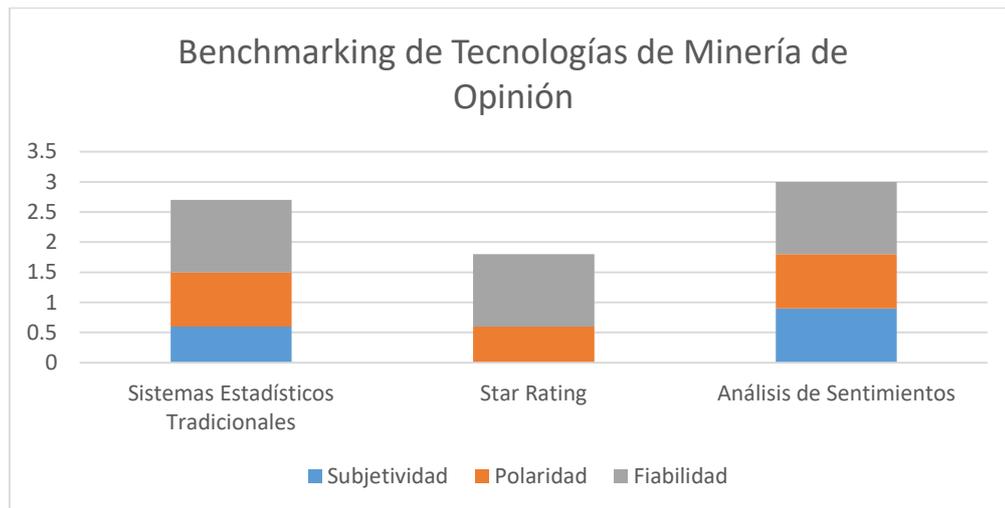


Figura 2.9 Benchmarking de Tecnologías a Usar

Fuente: Elaboración propia

Clasificación (Valor):

0: No aplica dicha propiedad. 1: Bajo Nivel para esa propiedad.

2: Medio Nivel para esa propiedad. 3: Alto nivel para esa propiedad.

Resultado: Por lo antes mencionado se opta por el Análisis de Sentimientos, ya que los criterios requeridos para la solución son satisfechos por esta solución.

2.5.3. Estudio Comparativo de las Metodologías para el Desarrollo del SBC (Sistema Basado en Conocimiento)

[J.FLORES, 2012] Es la comparación de las metodologías existentes para la implementación de la tesis.

Propiedades críticas: A continuación, se muestra las propiedades críticas que se tomarán en cuenta en la realización del Benchmarking.

- **Ciclo de vida en espiral:** Es muy importante que la metodología a utilizar tenga un ciclo de vida en espiral, pues trae como consecuencia, que el riesgo del proyecto disminuya y que se garantice un mejoramiento continuo del proyecto.
- **Diferentes puntos de vista:** La metodología a utilizar debe ser capaz de tener diferentes puntos de vista para un mejor análisis de la solución.
- **Gestión de riesgos:** La metodología debe ser capaz de permitir la gestión de los riesgos, seguimiento de la solución.
- **Capacidad de integración con sistemas:** La metodología debe contemplar el análisis de la integración con otras soluciones en la organización.

La razón por la cual usamos cada uno de estos criterios son los siguientes:

- **Ciclo de vida en espiral:** Este criterio tiene el peso de 0.3, porque de esta manera se disminuye el riesgo del proyecto y se garantiza un mejoramiento continuo del proyecto.
- **Diferentes puntos de vista:** Este criterio tiene el peso de 0.3, porque de esta manera se tendrá una solución que satisfaga los requerimientos funcionales, técnicos y cualquier otro punto de vista de la solución.
- **Gestión de Riesgos:** Este criterio tiene el peso de 0.2, porque con esta característica aseguramos un desarrollo exitoso de la solución.
- **Evaluación de integración con otros sistemas:** Este criterio tiene el peso de 0.2 porque con esta funcionalidad se puede aprovechar la información que nos brinde otras soluciones existentes en las instituciones involucradas.

Metodologías	Características Consideradas								Nivel de Resultado
	Ciclo de Vida Espiral (0.3)		Diferentes Puntos de Vista (0.3)		Gestión de Riesgos (0.2)		Integración con otros Sistemas (0.2)		
	Valor	Ponderado	Valor	Ponderado	Valor	Ponderado	Valor	Ponderado	
KSM	2	0.6	0	0	3	0.6	0	0	1.2
Common KADS	3	0.9	3	0.9	2	0.4	2	0.4	2.6
MAS-Common KADS	3	0.9	3	0.9	2	0.4	2	0.4	2.6

Tabla 2.5 Benchmarking de Metodología a Usar

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se muestra un gráfico de barras con la información del Benchmarking:

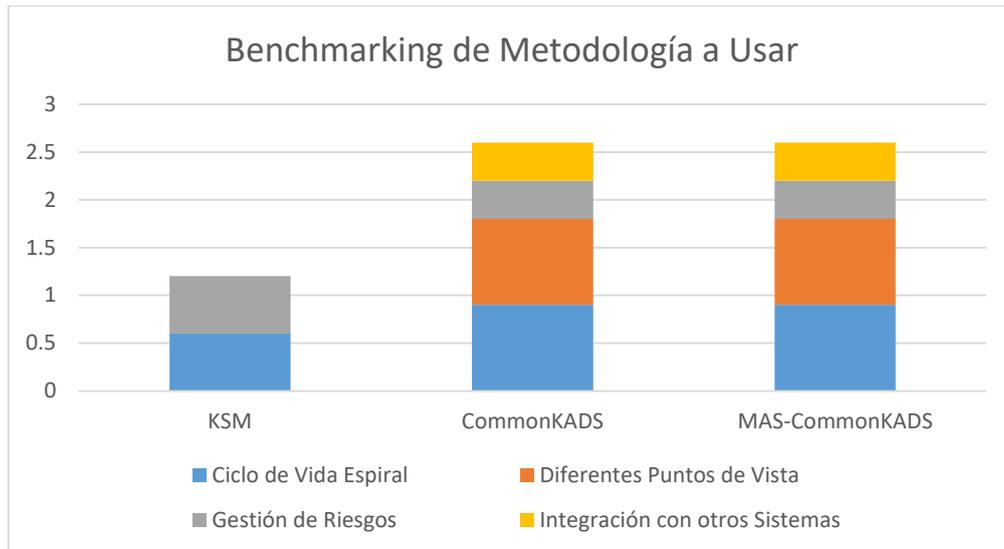


Figura 2.10 Benchmarking de Metodología a Usar
Basado en [J.FLORES, 2012]

Clasificación (Valor):

- 0: No aplica dicha propiedad. 1: Bajo Nivel para esa propiedad.
2: Medio Nivel para esa propiedad. 3: Alto nivel para esa propiedad.

Resultado: Por lo antes mencionado, se puede tendría que seleccionar entre la metodología CommonKADS y la MASCommonKADS, pero como se mencion o en el Marco Teórico, ésta última es mucho más compleja y está desarrollada para sistemas multi-agentes, por lo cual no se requiere en este estudio. Se opta por la metodología CommonKADS, ya que los criterios requeridos para la solución son satisfechos por esta metodología.

A partir de estos resultados, procederemos a profundizar en cada una de las tecnologías y metodología seleccionadas.

2.6. Sistema Experto

2.6.1. Definición y Funciones

Llamamos sistema experto a *una herramienta interactiva basada en computación que usa tanto hechos como heurísticas para solucionar problemas de difícil decisión, basado en el conocimiento adquirido de un experto [S.GUPTA,+2012]*. Desde cierto punto de vista, podemos considerar al sistema experto como una simulación de un experto humano. Consideramos que un experto humano es aquella persona que por estudios o experiencia, es capaz de tomar decisiones acertados sobre un problema de un tema específico que una

persona no sería capaz de entender o solucionar. Un sistema experto está limitado a un cierto dominio de aplicación, las áreas pioneras en las que incursionó esta tecnología fueron la medicina y el campo militar.

Las funciones más comunes que realizan son:

- ☞ Interpretación e identificación
- ☞ Predicción
- ☞ Diagnostico
- ☞ Diseño
- ☞ Planeamiento
- ☞ Monitoreo
- ☞ Depuración y testeo
- ☞ Enseñanza y entrenamiento
- ☞ Control

Muchas veces puede confundirse un sistema normal que usa clausulas SI - ENTONCES con un sistema experto. En los programas que se desarrollan con un algoritmo determinista, la respuesta se obtiene en base a estas reglas predefinidas; en un sistema experto existe un elemento que se encarga de inferir a partir del conocimiento que tiene para finalmente tomar una decisión. Se puede concluir entonces que los problemas determinísticos no deberían ser tratados con un sistema experto.

2.6.2. Características

De manera resumida a continuación, se describen las características principales de esta tecnología:

- ☞ Especificidad de Dominio: Como ya se hizo mención, están orientados a resolver problemas de un área acotada, por ejemplo, decidir el diseño de una red.
- ☞ Utiliza Lenguajes Especiales de Programación: Los más usuales son LISP (y sus derivados) y PROLOG. Estos lenguajes deben tener búsquedas eficientes y buenos procedimientos de gestión de memoria.
- ☞ Operan en un Sistema Interactivo: Es decir responden a preguntas, aclaran dudas y hacen recomendaciones.
- ☞ Son Capaces de Filtrar Conocimiento: No sólo se almacena reglas, es capaz de actualizar y expandir parte de su conocimiento almacenado.

- ∞ Hacen Inferencias Lógicas Basadas en Conocimiento Almacenado: Aunque sus mecanismos de razonamiento son muy simples.
- ∞ Tienen la habilidad para Explicar su Razonamiento: Pueden recordar y explicar la cadena de reglas que desencadenó para dar una respuesta.
- ∞ Capacidad de Asignar Valores Confiables: Debe ser capaz de entregar información cuantitativa en base a la interpretación de datos cualitativos.
- ∞ Costo Inferior al de un Experto Humano: Su costo de implementación debe justificar el no contratar a un experto humano.
- ∞ Permanencia: Un sistema experto puede ser útil por muchos años, a diferencia de un humano cuya vida es limitada.
- ∞ Peligro Reducido: Pueden ser utilizados en ambientes hostiles a los cuales no puede llegar un ser humano.

2.6.3. Elementos del Sistema Experto

[S.BADARÓ,+2013] Aunque puede variar, la estructura que comparten la mayoría de sistemas expertos es la que aparece en la figura 2.8.

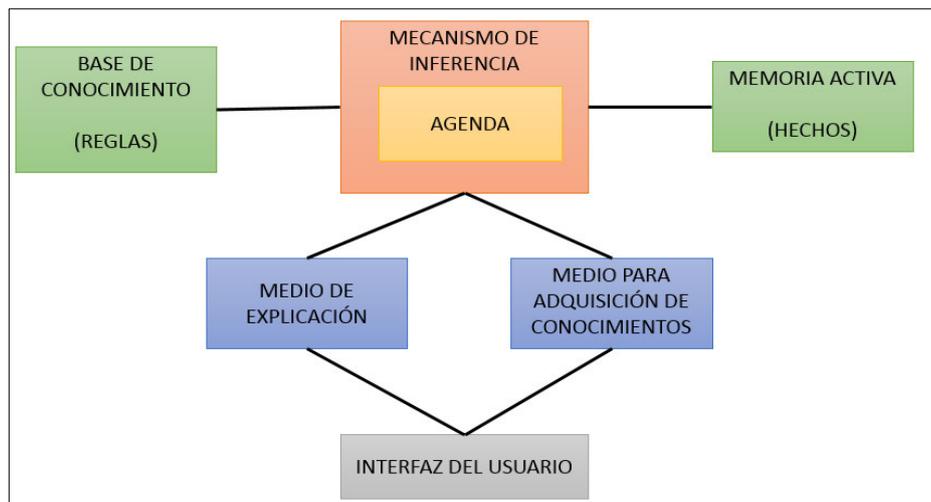


Figura 2.11 Estructura de un Sistema Experto
[S.GUPTA,+2012]

2.6.3.1. Base de Conocimiento

Contiene el conocimiento del dominio debidamente formalizado y estructurado. Formalmente, es una estructura de datos que contiene al conjunto de conocimiento especializado introducido por el experto del dominio.

Está constituida por: objetos y sus relaciones, situaciones particulares o meta-conocimiento, y estrategias de resolución y sus condiciones. Este conocimiento se representa mediante reglas. Una regla es una afirmación lógica que relaciona dos o más objetos e incluye dos partes, la premisa (lado izquierdo LI o antecedentes) y la conclusión (lado derecho LD o consecuentes). Cada una de estas partes puede contener a su vez una o más afirmaciones objeto-valor conectadas mediante operadores lógicos.

Ejemplo de una Base de Conocimiento sencilla para determinar la especie de un animal:

SI tiene huesos ENTONCES es vertebrado

SI no tiene huesos ENTONCES es invertebrado

SI es vertebrado y tiene plumas ENTONCES es ave

SI es vertebrado y vive bajo el agua ENTONCES es pez.

2.6.3.2. Memoria Activa o de Trabajo

Contiene los hechos iniciales, los datos de entrada y las conclusiones intermedias que se generan en el proceso de razonamiento. En otras palabras, almacena los hechos iniciales del problema más los deducidos.

Por ejemplo, si tenemos las reglas presentadas en el punto 2.6.3.1. Se dan los siguientes hechos iniciales:

MEMORIA ACTIVA

Tiene huesos

Vive bajo el agua

Una vez que ejecutemos el sistema experto obtendremos:

MEMORIA ACTIVA

Tiene huesos

Vive bajo el agua

Es vertebrado

Es pez

Como se puede apreciar se encuentran los dos hechos iniciales y se han agregado dos hechos nuevos: el primero que es un resultado parcial de la activación de una

regla y el segundo como el resultado final. Los cuatro hechos resultantes permanecerán en la memoria activa hasta que el usuario lo decida.

2.6.3.3. Mecanismo de Inferencia

Es un mecanismo genérico de control que realizará la interpretación de las reglas. Provee las metodologías para el razonamiento de información en la base de conocimiento. Mediante la agenda, organiza y controla la serie de pasos que realizará para resolver un problema.

En general, tiene tres componentes:

- Intérprete, que ejecuta la agenda (serie de pasos) seleccionada.
- Programados, que mantiene el control sobre la agenda
- Control de Consistencia, que intenta mantener una representación consistente de las soluciones encontradas.

El proceso de razonamiento que utiliza puede ser de dos tipos:

- Razonamiento dirigido por los datos o encadenamiento progresivo: En el cual se inicia con todos los datos conocidos (hechos) y se progresa hasta la conclusión.

ANTECEDENTE → CONSECUENTE

- Razonamiento dirigido por los objetivos o encadenamiento regresivo: Se comienza eligiendo una solución posible e intenta probar su validez buscando evidencias que la soporten.

ANTECEDENTE ← CONSECUENTE

2.6.3.4. Medio de Explicación

Se encarga de explicar el comportamiento del sistema experto al encontrar una solución. Le permite al usuario hacer preguntas para comprender los pasos que se han seguido. Es más importante en funciones de instrucción.

Siguiendo con el ejemplo del punto 2.6.3.2, tenemos los siguientes hechos:

MEMORIA ACTIVA

Tiene huesos

Vive bajo el agua

Luego de ejecutar el mecanismo de inferencia con encadenamiento progresivo, obtendríamos el siguiente resultado: Es pez. Sin embargo, el usuario final no sabría cómo se obtuvo esta respuesta. Consultando al medio de explicación, se obtiene el siguiente detalle:

- ➔ El primer hecho, activa la regla “SI tiene huesos ENTONCES es vertebrado”, luego, “es vertebrado”
- ➔ El hecho “es vertebrado” junto con “vive bajo el agua” desencadena la regla “SI es vertebrado y vive bajo el agua ENTONCES es pez”, luego “es pez”.
- ➔ Al no activarse más reglas se concluye que “es pez”.

2.7. Análisis de Sentimientos

2.7.1. Definición

[B.LIU, 2015] Cuando hablamos de Minería de Opiniones (también llamado Análisis del Sentimiento), nos estamos refiriendo a una serie de aplicaciones de técnicas del procesamiento del lenguaje natural, lingüística computacional y minería de textos, que tienen como objetivo la extracción de información subjetiva a partir de contenidos generados por los usuarios, como puedan ser comentarios en blogs, o revisiones de productos. Con este tipo de tecnologías, podemos ser capaces de extraer un valor tangible y directo, como pueda ser “positivo” o “negativo”, a partir de un comentario textual.

2.7.2. Nociones Básicas de Análisis de Sentimientos

[M.SQUIRE, 2016] La minería de opinión y el análisis de sentimientos se consideran subproblemas del mucho mayor campo del procesamiento del lenguaje natural (NLP), y como tal, están sujetos a muchos de los mismos problemas al tratar de dar cuenta de todas las peculiaridades de la comunicación humana. Sin embargo, la minería de opinión está restringida de una manera importante, ya que su objetivo no es comprender las declaraciones hechas por las personas, sino simplemente averiguar su tono.

2.7.2.1. Estructura de una Opinión

[M.SQUIRE, 2016] Cada opinión generalmente tiene un *objetivo* o ente central, sobre el cual se argumenta de manera positiva, negativa o neutral. Si leemos la oración, "Esta fue la peor película que vi", el objetivo de esa opinión es la película. En la literatura de análisis de sentimiento, el objetivo de opinión a veces se denomina *entidad*. Cada entidad presente en una opinión también puede tener componentes, o subpartes, y atributos, o descriptores para la entidad o componente. Si vemos una opinión como "El final amateur de la trama fue la peor parte de la película", el objetivo general de la opinión sigue siendo la película, pero notamos que hay componentes adicionales: la película tiene una trama, que a su vez tuvo un final, que se describió como amateur. Estos componentes y atributos se denominan genéricamente *aspectos* de la opinión.

2.7.2.2. Características Importantes de la Opinión

[M.SQUIRE, 2016] Para realizar un análisis de sentimiento en un texto, necesitaremos considerar las diversas características del texto que implican su sentimiento. Normalmente, la característica más importante serán los términos utilizados en el texto. Los términos incluyen palabras y frases, pero también pueden incluir signos de puntuación formando imágenes y emojis (representaciones gráficas a modo de pequeños iconos que expresan emociones), ya que también pueden implicar estado de ánimo o sentimientos. Las palabras que determinamos indican que el sentimiento es positivo o negativo se llaman palabras de opinión o palabras de sentimiento. Ejemplos de palabras de sentimiento son: buenas, malas, odio, groseras, basura, amor, adoración, etc. Últimamente, en el texto de las redes sociales, los emojis se están convirtiendo en un tipo de término importante por derecho propio. Si el término, y especialmente una palabra de opinión, se usa en el texto y cuánto se usa, es la característica más importante que podemos usar para determinar el sentimiento.

Debemos tener en cuenta que no todos los dominios tratarán las mismas palabras de la misma manera, y las palabras que implican un sentimiento fuerte en un dominio pueden no tener significado en otro dominio. Un ejemplo común en la literatura es la palabra impredecible que, cuando se usa en una reseña cinematográfica podría ser un descriptor positivo (argumento impredecible), pero cuando se utiliza en una revisión de automóvil podría ser un comentario negativo (dirección impredecible).

2.7.3. Enfoques

[B.LIU, 2015] El problema se ha abordado principalmente desde dos enfoques diferentes: técnicas de aprendizaje computacional y aproximaciones semánticas.

En primer lugar, se debe tomar en cuenta que todo enfoque semántico requiere el uso de diccionarios de términos, también llamados "lexicons", donde cada término será modificado por una orientación semántica de polaridad, la cual puede ser positiva o negativa. En general, estos motores hacen un procesamiento inicial y lo seccionan en partes o palabras, evitando aquellas palabras o símbolos sin significado específico y retirando las formas lingüísticas irregulares, posteriormente, se verifica la existencia de palabras dentro del lexicon con la finalidad de asignarles las polaridades mediante la adición de los valores obtenidos en cada término. La mayoría de estos procesadores cuentan con análisis de: Términos modificadores que modifican el nivel de polaridad y términos inversores o negadores que asigna un valor opuesto a la polaridad.

A diferencia del enfoque anterior, aquellos que se centran en entrenar al agente clasificador mediante algoritmos de aprendizaje supervisado en base a conjuntos de texto que son llamados de enfoque de aprendizaje computacional. Cada texto presentado al agente está conformado por un grupo de palabras, también llamado bolsa de palabras, n-gramas o skip-grams. Similar al enfoque anterior, también se analiza modificadores de términos, así como negadores, términos subjetivos o irónicos. Estos sistemas requieren de técnicas específicas como Naive Bayes, KNN (Algoritmos de Vecindad), y uno de los más conocidos, los clasificadores de Máquinas de Soporte Vectorial. Existen otras técnicas más modernas que pueden ser utilizadas como el Análisis Latente Semántico y Aprendizaje Profundo.

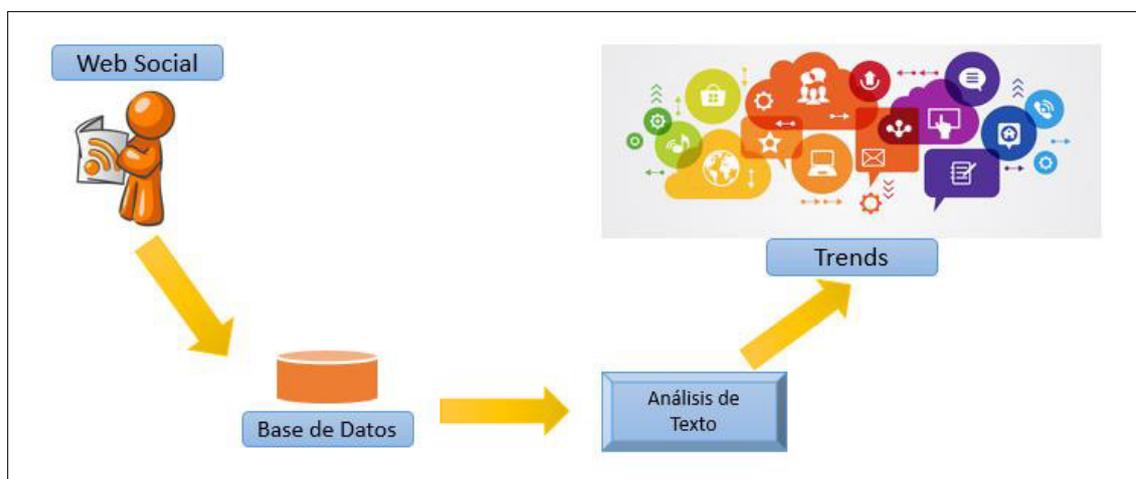


Figura 2.12 Análisis de Textos

2.7.4. Análisis de Sentimientos Basados en Aspectos

[B.LIU, 2015] En la actualidad, se apunta a dar un paso más adelante cuando se trata del análisis de un texto, por lo cual la complejidad de los resultados debe ser cada vez mayor interpretando los resultados técnicos. Para conseguir esta meta, la ruta más adecuada es el análisis de sentimientos orientado a aspectos. Este análisis tiene como meta la obtención y catalogación del sentimiento sobre un punto en específico (al cual llamamos aspecto). Un aspecto suele ser una entidad, un tema, un concepto o cualquier punto de interés en el documento.

Dependencias como el conocimiento sintáctico-semántico de los textos no son incluidas en la mayoría de sistemas de aprendizaje automático, por lo cual no son de mucha utilidad cuando se trata de analizar un texto a detalle. Lograr este último punto requiere de dos pasos, los cuales son: identificación del concepto (o aspecto) y asociar la polaridad que le corresponde. Una forma de obtener mejores resultados es implementar diccionarios creados por el usuario y aumentar las definiciones base con significados de términos de un dominio específico de interés.

Ejemplo Aplicativo

[PEÑALVA, 2014] Muchas veces, el análisis de sentimientos es utilizado para hacer estudios de mercado, como en el ejemplo a continuación. En la figura 2.4 se muestra un modelo de opinión sobre una presentación de litro de una cerveza (litrona). En primer lugar, se debe analizar el esquema de palabras. El foco o lexema principal es la palabra litrona, la cual es calificada por un modificador (peor) formando un patrón. Normalmente la palabra principal se diferencia de las demás por tratarse de una entidad que fue definida en nuestro modelo de dominio.

El modificador (peor) contiene un sentimiento negativo en base a nuestro idioma (el cual también ha sido definido en el modelo). En la expresión tenemos un único patrón, por lo cual el sentimiento negativo se vuelve predominante y se concluye que es una opinión de desagrado al producto. Todo manejo de subjetividad debe ser así mismo representado por un grado de confiabilidad estadístico, ya que se trata de definiciones probables. Las herramientas de análisis de sentimientos de los proveedores de nube normalmente brindarán este índice y quedará a decisión del usuario definir el umbral de confianza para considerar válido o no un resultado.



Figura 2.13 Ejemplo de análisis de opinión
[PEÑALVA, 2014]

2.8. Metodología CommonKADS

[J.JOVA, 2012] El desarrollo de un sistema basado en el conocimiento, desde el punto de vista de CommonKADS, se comprende como la construcción de una serie de modelos de comportamiento de solución de problemas, vistos en su contexto organizacional y de aplicación concreto. En CommonKADS se ofrecen un conjunto de formularios que facilitan la construcción del sistema y permiten obtener las especificaciones y los requerimientos de un problema y su solución.

2.8.1. Ciclo de Vida de CommonKADS

Esta metodología está fundamentada en el modelo del ciclo de vida en espiral el cual proporciona una estructura para el desarrollo del sistema computarizado. Sus etapas son: análisis (se comprende el problema desde el punto de vista de la solución que se piensa desarrollar), diseño (descripción física donde se plantean detalladamente cada uno de sus componentes), implantación del sistema (integración del software realizado como su adaptación a la organización), uso (se elaboran actividades en relación con el manejo del sistema y de los resultados que este proporcione) y el mantenimiento y refinamiento del conocimiento.

2.8.2. Los Modelos de CommonKADS

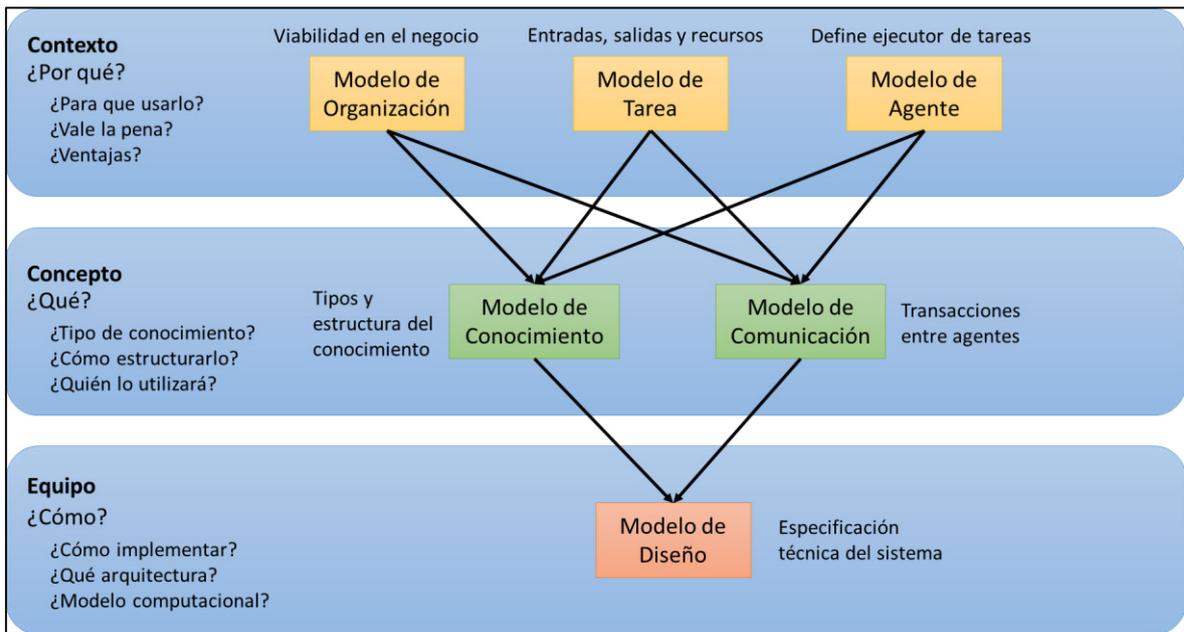


Figura 2.14 Modelos y Niveles de Metodología CommonKADS
[J.JOVA, 2012]

2.8.2.1. Modelo de Organización

Este modelo refleja el análisis de las características principales de una organización con el objetivo de descubrir problemas que puedan ser solucionados por sistemas de conocimiento, establecer su viabilidad y evaluar el impacto que tendría en el entorno donde se despliegue.

2.8.2.2. Modelo de Tarea

En esta metodología una tarea es una parte de un proceso de negocios que representa actividades orientadas a alcanzar un objetivo, la cual es ejecutada por unos agentes que siguen unos criterios de calidad y rendimiento. Esta tarea recibe entradas y provee salidas deseables en una forma estructurada y controlada, consume recursos y requiere conocimientos y otras habilidades.

2.8.2.3. Modelo de Agente

Un agente es quien ejecuta una tarea, el cual puede ser una persona o un sistema de información. La utilidad de este modelo es que sirve como enlace entre el modelo de tareas, el de comunicación y el de conocimiento, haciendo posible modelar las capacidades y limitaciones que los agentes tienen y que están involucradas en la solución de la tarea.

2.8.2.4. Modelo de Conocimiento

El propósito de este modelo es explicar en detalle los tipos y estructuras del conocimiento usado en la realización de una tarea. Para definirlo se ha hecho uso del lenguaje CML2 (CML – Conceptual Modeling Language).

2.8.2.5. Modelo de Comunicación

Su propósito es especificar los procedimientos de intercambio de información para realizar la transferencia de conocimiento entre los agentes que participan en la ejecución de una tarea, realizados de una forma conceptual e independiente de su implementación.

2.8.2.6. Modelo de Diseño

Proporciona la especificación técnica del sistema en cuanto a la arquitectura, la plataforma de implementación, los módulos de software, los métodos y mecanismos computables necesarios para implementar las funciones ofrecidas en los demás modelos.

2.8.3. Integración de los Modelos

2.8.3.1. Nivel de Entorno o Contexto

Relaciona la información del entorno del sistema de conocimientos. Implica tener un entendimiento del contexto de la organización, de su ambiente y los factores críticos de éxitos correspondientes al sistema de conocimientos. En este se encuentran los modelos organizacionales, de tareas y de agentes.

2.8.3.2. Nivel de Concepto

Contiene los modelos que presentan la descripción conceptual del conocimiento aplicado a una tarea y los datos que son manejados y entregados por un sistema de conocimientos. En este nivel están los modelos de conocimientos y de comunicación.

2.8.3.3. Nivel de Artefacto o Componente o Equipo

Se emplea para identificar los modelos técnicos de programación y construcción. En este nivel se encuentra el modelo de diseño.

En el caso que un usuario mantiene una interacción con el SBC, de tal forma que el usuario proporciona datos al sistema y este ofrece una respuesta, cada uno de estos modelos interactúan entre sí de forma integrada, brindándole finalmente la respuesta deseada al usuario.

Capítulo 3. Estado del Arte

3.1. Minería de Todos: Promoción de la Minería Responsable y Sostenible en el Perú

[SNMPE,2018]

3.1.1. Descripción

El proyecto Minería de Todos tiene como objetivo promover la comunicación de las poblaciones afectadas por exploraciones mineras y la minería responsable y sostenible. Es desarrollado por la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía. Su misión se describe en su portal (<http://www.mineriadetodos.com.pe/>) como se cita a continuación:

“Difundimos las buenas prácticas que caracterizan a la minería formal agremiada y buscamos un diálogo abierto que brinde información y responda a todo tipo de inquietudes sobre nuestra actividad (de la minería)”.

3.1.2. Problema

Los problemas sociales que se generan por falta de información y comunicación alrededor de proyectos mineros genera importantes pérdidas a nuestro país. Los mecanismos que se usan actualmente se vuelven insuficientes para resolver estos conflictos y el contexto es propicio para que terceras personas puedan aprovecharse tratando de obtener su propio beneficio. Desde este contexto, las entidades estatales y las empresas mineras, representadas por la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía (SNMPE) requieren nuevos métodos para generar espacios abiertos de diálogo que den respuesta a las inquietudes y desconfianza que pueden sentir los involucrados.

3.1.3. Solución

La SNMPE diseñó un conjunto de acciones para mejorar la problemática expuesta, que se vieron materializadas en agosto de 2018 mediante dos métodos principales:

Casas Abiertas: Se trata de espacios físicos (casas o pequeños locales) que fueron instaladas durante los meses de marzo a mayo. Cada uno de estos espacios contaba con infografías impresas y videos interactivos presentados en pantallas digitales que mostraban los procedimientos mineros, medidas de gestión ambiental y oportunidades para la población. Asimismo, se implementaron murales en los cuales las personas que ingresaban podían dejar

sus comentarios y preguntas. Fueron 5 casas implementadas, las cuales se ubicaron en Arequipa, Cajamarca, Chalhuanahuacho, Huamachuco y Tambobamba.

Página de Difusión: Mediante la página web www.mineriadetodos.com se presentaron todos los comentarios y preguntas escritas en los murales de las Casas Abiertas. Todas las preguntas fueron respondidas por los especialistas del SNMPE y expuestas en la misma página. Es posible agregar nuevas preguntas en la misma página y serán respondidas luego de cierto tiempo.

3.1.4. Diferencias con la solución propuesta

Como se ha podido exponer, el objetivo de este proyecto es muy cercano al de esta investigación, sin embargo, hay una serie de diferencias que vale la pena destacar para notar que son soluciones complementarias y no iguales:

3.1.4.1. Minería para Todos es un proyecto social que requirió un esfuerzo de construcción de espacios físicos. La solución propuesta de esta investigación (de ahora en adelante, Ambienta) es completamente digital.

3.1.4.2. Ambienta es aplicable a cualquier lugar, Minería para Todos depende mucho de locaciones reales (para esta versión, solo se pudieron recoger opiniones de ciertas 5 zonas).

3.1.4.3. Ambienta busca una plataforma proactiva, en la cual no se necesaria la intervención humana directa. Las preguntas que se ingresan en Minería para Todos deben esperar a ser respondidas por personas reales, que cuentan con conocimiento explícito. Ambienta busca resumir este conocimiento en reglas que deban ser actualizadas eventualmente, pero que una vez aprobadas, generarán un análisis automático.

3.1.4.4. Minería para Todos es un portal en el cual se pueden dejar opiniones negativas que no desencadenan acciones inmediatas. Ambienta está programada para enviar notificaciones e invitaciones al diálogo entre las personas que dejan comentarios negativos y las empresas vinculadas directamente al proyecto.

3.1.4.5. Minería para Todos está centrado a acercar al poblador, Ambienta integra evaluación y participación ciudadana, siendo un buen candidato para extender la funcionalidad de Minería para Todos.

3.2. ¿Qué hace que las comunicaciones en línea de los gobiernos locales sean exitosas? Perspectivas de un análisis de métodos múltiples de Facebook.

[S.HOFMANN,+2013]

3.2.1. Descripción

Este estudio realizado en Alemania tuvo como objetivo identificar el nivel de mejora de las relaciones del estado con la población que podía obtenerse al analizar las solicitudes de los pobladores mediante redes sociales. La tecnología utilizada en la propuesta es el análisis de sentimientos, la misma tecnología planteada para la presente investigación.

3.2.2. Problema

El gobierno alemán desea acercarse más a la población para priorizar la atención de problemas de sus ciudadanos, para ello, cuenta con una página web en la cual permite a sus usuarios enviar mensajes que son revisados de manera manual por personas de la gestión local correspondiente. Si bien este método había logrado buenos resultados, se perdía mucha información subjetiva valiosa, que era muy difícil de identificar manualmente; por ejemplo, determinar el proyecto de construcción de edificaciones públicas más discutido o los políticos con menor aceptación.

3.2.3. Solución

Se propuso el desarrollo de un sistema de análisis de sentimientos que procesara todas las opiniones brindadas por los ciudadanos por la página con la que ya contaban, bandejas de correo electrónico de los gobiernos locales y redes sociales. Se recogería una muestra inicial de 19200 comentarios para el estudio y validación de resultados.

3.2.4. Resultado

Luego de la experimentación, se pudo obtener resúmenes e informes importantes que facilitaron la toma de decisiones y reflejaron muchas necesidades implícitas de los ciudadanos, entre ellos, el requerimiento de una mayor seguridad en algunas calles de la capital. Adicionalmente, se pudo saber más debido a que los ciudadanos no sentían que se les pedía su opinión explícitamente; así, los algoritmos de análisis de sentimientos trabajaban “en las sombras” determinando sentimientos de insatisfacción, malestar, duda y necesidad y centralizando todos esos datos en gráficos y estadísticas amigables para los trabajadores del estado. Este trabajo demuestra la efectividad en esta tecnología para ofrecer alternativas de solución en problemas que requieren intervención de la población, las instituciones y el estado, el mismo contexto que se da en nuestra investigación.

3.3. Conoce tus Fuentes: el catálogo web y participativo de los manantiales y fuentes de Andalucía

[V.ROBLES,+,2012]

3.3.1. Descripción

El proyecto Conoce tus Fuentes es una de los primeros proyectos para el registro y clasificación de fuentes y manantiales, mediante la participación de los ciudadanos a través de Internet. El origen de los datos proviene de las personas que de manera voluntaria han catalogado más de 5000 puntos (hasta inicios del 2012) de Andalucía, esto demuestra las ventajas que tienen las iniciativas del sector TIC. El servicio se brinda a través de la página web www.conocetusfuentes.com. La Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y el Instituto del Agua de la Universidad de Granada se asociaron para dar vida a este proyecto. Los logros van más allá de listar el patrimonio hidrogeológico de la zona, por lo contrario, tiene como objetivo involucrar a la población para proteger y dar a conocer estos recursos naturales, porque no se trata solo de recursos hídricos, sino que tienen valor histórico, etnográfico y cultural.

3.3.2. Problema

La necesidad de este proyecto surge ante la urgencia de mostrar la importancia y conservar las fuentes de agua subterránea de Andalucía, que representan su patrimonio ambiental, social, económico y cultural, para poder protegerlo de daños futuros producidos por el aumento de las extracciones de estos recursos hídricos y por consiguiente, evitar los efectos negativos en los ecosistemas acuáticos (como ríos y humedales), así como en la economía (agricultura, ganadería, turismo, etc.) de las personas que habitan estas regiones.

3.3.3. Solución

Se comprendió que era necesario preparar un catálogo que fuera accesible a toda la población, y que se mantuviera actualizado mediante la participación de las personas que estaban más cerca a los recursos hidrológicos. Para este fin, se desarrolló una página a la cual se pudiese ingresar desde cualquier lugar: www.conocetusfuentes.com. Mediante esta herramienta las personas pueden ingresar los datos de las fuentes, incluyendo su situación, la descripción de la zona circundante, entre otros comentarios de los colaboradores.

3.3.4. Resultado

La finalidad de desarrollar esta iniciativa fue preparar una guía de libre acceso sobre las fuentes andaluces. Los resultados que fueron obtenidos por esta plataforma fue que se pudo

obtener información de más de 5000 manantiales y fuentes. La cantidad de datos obtenidos entre región y región fueron diferenciados, probablemente estas diferencias se deban a la cantidad de voluntarios que hay en estos lugares. Como dato adicional, las fotos ingresadas por usuarios llegaron a más de 20000, por lo cual la plataforma también se puede considerar una completa galería de imágenes que simplifica la búsqueda avanzada de fuentes y manantiales. Algunos indicadores importantes que fueron obtenidos en la página son: 25% de las fuentes encontradas sufren de disminución de agua por bombeos o desviaciones, y que sólo el 1% de todos los recursos identificados tienen más de 100 l/s como caudal promedio.

Un indicador de éxito de este portal es el número de búsquedas que ha tenido en el buscador de Google, con más de 100000 resultados. Además, ha recibido múltiples propuestas de otros portales asociados a la geografía y ecología, como por ejemplo REDIAM, idejaen.es, entre otros. Finalmente, este proyecto ha obtenido muchos premios por los beneficios medio ambientales que ha provocado, como el XVII Premio Andalucía de Medio Ambiente, el III Premio Medio Ambiente de la Caja Rural de Granada, el Premio a la Sostenibilidad en el Medio Rural de Andalucía y el prestigioso premio internacional Premio REDlife.

3.4. Sistema Experto para Evaluar la Sensibilidad Ambiental

[L.SALVATI,+ , 2013]

3.4.1. Descripción

Esta solución se propuso en Italia con la finalidad de poder evaluar el efecto de ciertas variables ambiental sobre el fenómeno de la desertificación de los suelos. Bajo escenarios de creciente aridez del clima y la presión humana, la Sensibilidad del Ecosistema a la Desertificación (ESD) es uno de los factores más importantes para el manejo sostenible de la tierra. Este proceso es particularmente complejo en la región mediterránea (Italia), ya que implica, múltiples factores que interactúan que dependerán de las condiciones endógenas y exógenas presentes.

Los indicadores ambientales que cuantifican el Nivel de la ESD a escala local deben reflejar la interacción entre los factores biofísicos y socioeconómicos que son (directa o indirectamente) asociados al suelo y degradación de la tierra. Existe la necesidad de analizar todos estos factores que determinan el nivel de sensibilidad de la tierra.

3.4.2. Problema

En la cuenca mediterránea, varios factores tales como las variaciones climáticas y los cambios de uso del suelo influyen en la calidad del medio ambiente y la dinámica ecológica de los agro-ecosistemas. Bajo escenarios de creciente aridez del clima y la presión humana, la Sensibilidad del Ecosistema a la Desertificación (ESD) es uno de los objetivos más importantes para la gestión sustentable del suelo. Este proceso es particularmente complejo en la región mediterránea, ya que implica factores múltiples que dependen de condiciones endógenas (por ejemplo, el contexto territorial) y presiones exógenas.

3.4.3. Solución

Para reducir la brecha de información entre la ciencia y la política que este tema merece, esta solución consiste en un Sistema de Información Geográfica (SIG) que investiga los principales factores que determinan la EDS en escala de unidad de tierra que incorpora una Sistema de Ayuda a la Decisión (DSS-ESI) para simular el efecto de corto plazo en el medio ambiente. La salida final de la DSS-ESI es un índice compuesto de la sensibilidad de la tierra a la desertificación (ESI), calculado por separado para la mayoría de los tipos de cobertura del suelo representativos en el área de estudio. El sistema ilustrado es complementado con una interfaz basada en la web que estima el nivel general de la sensibilidad de la tierra bajo diferentes escenarios de cambio climático, uso de la tierra, y la aplicación de políticas.

3.4.4. Resultado

En general este sistema representa una original herramienta de simulación para la evaluación del cambio climático, uso de la tierra, la degradación del suelo, y el impacto del medio ambiental sobre la Sensibilidad del Ecosistema a la Desertificación.

El módulo DSS-ESI proporciona una herramienta simple para simular el impacto de los cambios en las condiciones ambientales (por ejemplo, el clima, el uso del suelo, deterioro del suelo) en el ESD. El sistema estaba provisto de una interfaz gráfica que permite variar de forma interactiva el valor de cada variable considerada y para evaluar la consiguiente variación.

Esta herramienta fue utilizada en varias ciudades de Europa, logrando pronósticos relevantes con respecto al impacto ambiental, por lo que se le considera una herramienta valiosa capaz de evaluar y prevenir daños permanentes a los suelos por aridez.

3.5. Informes de sostenibilidad sobre conflictos mineros a gran escala: el caso de Bajo de la Alumbreira, Argentina

[D.MURGUIA,+2013]

3.5.1. Descripción

Esta investigación se centra en representar el impacto de los informes de impacto ambiental que presentan las empresas mineras y cómo influyen sobre la sensación de confianza de los pobladores sobre estos proyectos en Sudamérica. El caso de estudio para contrastar su teoría es la mina Bajo de la Alumbreira, en Argentina.

3.5.2. Problema

La cuestión que se plantea es *“los informes de sostenibilidad solo pueden desempeñar un papel en la mejora del rendimiento y la reputación de una empresa si la calidad de los datos informados es lo suficientemente buena como para responder a los problemas polémicos planteados por la comunidad y si se abordan a través de un proceso de participación de partes interesadas que incluye los grupos anti-minería”*. En resumen, se desea comprobar que de la calidad de información entregada a los pobladores se basará su respuesta a la ejecución de proyectos mineros.

3.5.3. Solución

Se plantea un experimento sobre el caso Bajo de la Alumbreira: la población aledaña recibirá el informe ambiental de la empresa tal y como se la entrega a las autoridades. Se evalúa el entendimiento y la “percepción” de las personas respecto a la información obtenida. Posteriormente, se les brinda la información con asesoría, simplificando indicadores y palabras. Se vuelve a evaluar la respuesta de la población. Comparando los resultados de ambos casos, se concluirá cuál es la influencia de la participación activa y la calidad de la información en la aceptación de la comunidad.

3.5.4. Resultado

Las conclusiones que arrojó este estudio fueron las siguientes:

- Los reportes de sostenibilidad tal cual, no ayudaron a cambiar la percepción crítica de las comunidades.
- La selección de interesados de la empresa minera no incluye interesados resaltantes como los grupos anti-minería o de protección al medio ambiente.

- Para reducir el índice de conflictos futuros, se debe reforzar la relación con los interesados mediante información más clara y participación de todos los involucrados.

Capítulo 4. Aporte Teórico

4.1. Definición de la Solución

En primer lugar, se realiza la definición de la solución; para ello, se debe comprender el flujo principal que cubre los requerimientos funcionales de los usuarios. Este flujo básico se representa a continuación:

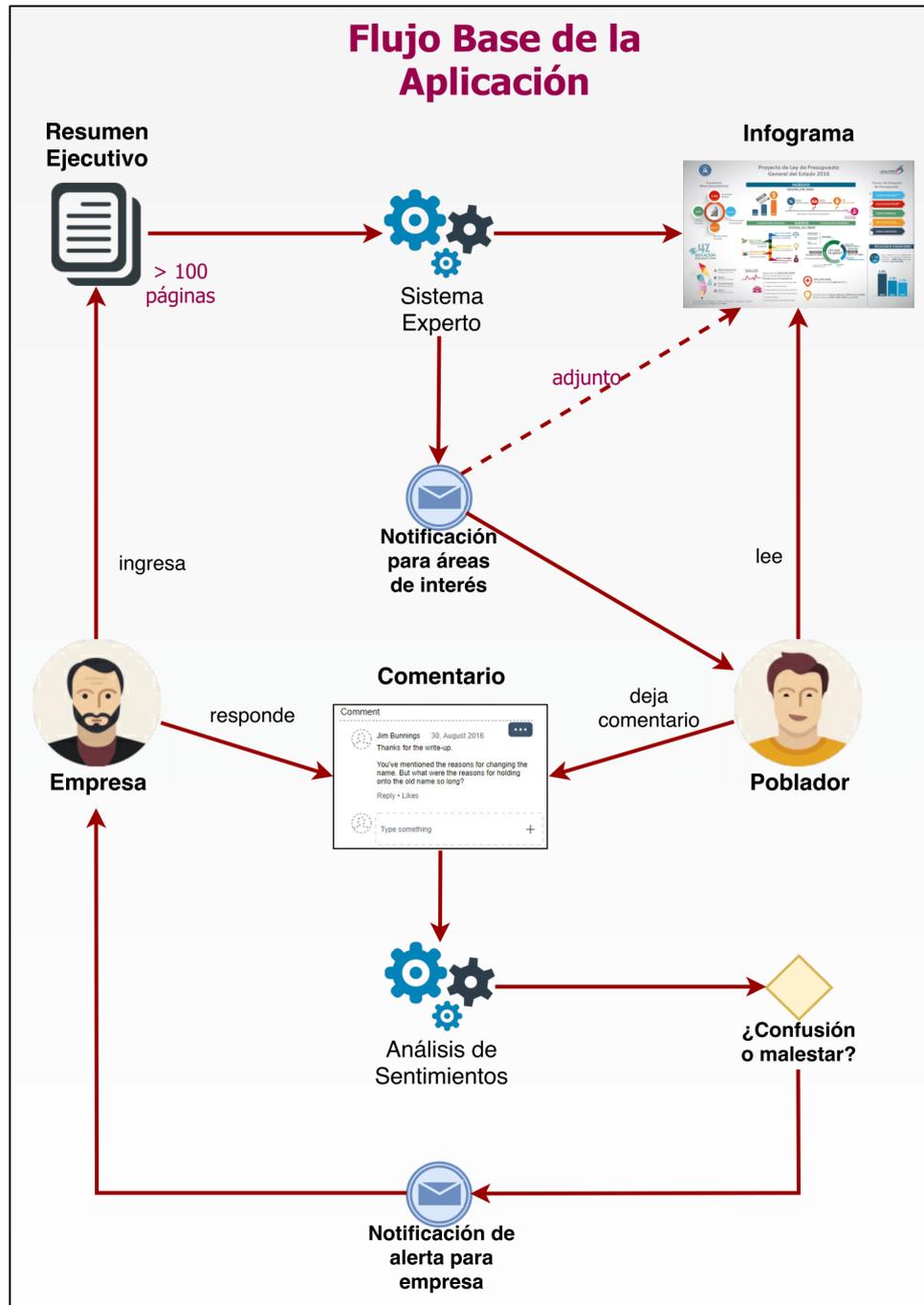


Figura 4.1 Flujo base de la solución

Fuente: Elaboración Propia

4.1.1. Perfiles de Usuario

En el flujo base podemos distinguir dos perfiles de usuario bien diferenciados. Por una parte, tenemos a la empresa que interviene ingresando los datos técnicos de los proyectos de exploración minera y más adelante, respondiendo a las consultas o quejas de los pobladores. El otro perfil es el de poblador, el cual representa a cualquier individuo interesado en la zona en la que se encuentra el proyecto minero o en los beneficios o perjuicios que puede generar su ejecución.

4.1.2. Interacciones Principales con el Sistema

En la Figura 4.1 se encuentran interacciones con el sistema:

- 4.1.2.1. La empresa registra los datos técnicos de su resumen ejecutivo de proyecto en el sistema. El sistema lo procesa mediante el sistema experto para presentar la información simplificada.
- 4.1.2.2. El poblador revisa la información simplificada del proyecto de su interés. Se debe considerar la forma en la cual se alertará al poblador del registro de un nuevo proyecto.
- 4.1.2.3. El poblador ingresa su opinión sobre un proyecto. Si dicha información es negativa o expresa dudas, el sistema envía de manera automática una notificación a la empresa que administra el proyecto.
- 4.1.2.4. La empresa puede responder a las opiniones de los pobladores en la misma plataforma. El poblador podrá responder igualmente, pudiéndose generar hilos de conversación.
- 4.1.2.5. Se debe considerar también que la empresa podría desear visualizar el índice de aceptación de sus proyectos.

4.2. Estrategia para la Construcción de la Solución

Como ya se ha presentado en el capítulo anterior, el tema de evaluación ambiental de proyectos en general se ha tratado con muchas tecnologías, incluyendo la inteligencia artificial. En los casos que se mostraron en el Estado del Arte, los problemas se centran en la clasificación o selección de alternativas, por lo que se dejó de lado el tema de análisis de datos y obtención de indicadores (interpretación de las entradas previas al resultado final: viable o no). Para la solución propuesta, el objetivo principal es obtener un resumen o interpretación en primer lugar y como adicional, se espera una valoración general del

proyecto. Este factor hace que se brinde mayor importancia al componente software que realizará el análisis que es el sistema experto.

En el gráfico a continuación, se presentan las distintas etapas y tareas que se deben realizar para el desarrollo de la solución:

Aplicación de Metodología CommonKADS	<ul style="list-style-type: none"> •Especificar Bloque de Contexto, Concepto y Diseño del Sistema Experto •Determinar entidades y modificadores del Análisis de Sentimientos
Análisis de Requerimientos	<ul style="list-style-type: none"> •Definir los casos de uso del sistema •Determinar los requerimientos no funcionales
Diseño Lógico y Físico	<ul style="list-style-type: none"> •Determinar la arquitectura lógica y física de la solución
Implementación del Sistema Experto	<ul style="list-style-type: none"> •Traducción de reglas a lenguaje de programación •Integración a sistema principal
Implementación de Análisis de Sentimientos	<ul style="list-style-type: none"> •Cargar entidades y modificadores a la herramienta a usar •Integrar a sistema principal
Implementación de Plataforma Web	<ul style="list-style-type: none"> •Implementar vistas y navegabilidad •Hacer pruebas de integración
Despliegue	<ul style="list-style-type: none"> •Desplegar plataforma web en la red •Hacer pruebas con usuarios de la muestra

Figura 4.2 Etapas y Tareas en el Desarrollo de la Solución

Fuente: Elaboración Propia

4.2.1. Aplicación de Metodología CommonKADS

En esta etapa nos centraremos en definir los conceptos necesarios para poder implementar el sistema experto que requiere la solución para procesar los datos que ingresan las empresas sobre sus proyectos y representarlos de manera amigable; para esto debemos definir el contexto, los conceptos y el diseño del sistema experto basándonos en las plantillas propuestas por la metodología.

Una vez definidas las reglas del sistema experto, se debe continuar extendiendo los conceptos para el diseño del análisis de sentimientos. Para ello se deben definir los modificadores y su respectiva polaridad, a partir de los cuales se define el modelo de sentimientos.

4.2.2. Análisis de Requerimientos

En este punto se debe determinar los requerimientos funcionales y no funcionales del usuario con respecto al sistema en su totalidad. En base a ello, se prepara el diagrama de casos de uso y su respectiva especificación.

4.2.3. Diseño Lógico y Físico

Teniendo el análisis concretado, se procede con el diseño de la arquitectura de la solución. Se debe tomar en cuenta que las especificaciones elegidas sean capaces de cumplir con los requerimientos no funcionales que fueron definidos previamente. Se utiliza para la representación gráfica de la arquitectura la notación UML.

4.2.4. Implementación del Sistema Experto

En esta etapa se deberá realizar la tarea de traducir las reglas definidas en el punto 4.2.1 en el lenguaje de programación requerido (por ejemplo, Drools Rule Language o DRL). Una vez completado nuestro archivo de reglas, continuará un flujo de validaciones por medio de pruebas y refinamientos.

4.2.5. Implementación del Análisis de Sentimientos

A continuación, se cargará el modelo de sentimientos definidos mediante la metodología CommonKADS a la herramienta seleccionada para el procesamiento. Se debe proceder con una serie de pruebas para refinar las entidades y modificadores.

4.2.6. Implementación de Plataforma Web

Se desarrolla la plataforma web que permitirá el uso del sistema al usuario final. Se debe desarrollar la gestión de sesiones, cada una de las vistas y la navegabilidad entre ellas. Así mismo se debe contemplar la integración con el resto de componentes que ya están concluidos.

4.2.7. Despliegue

En base a la arquitectura física definida, completaremos el desarrollo publicando la solución en una nube pública para que sea de acceso libre a los interesados. Una vez que se verifica su correcto funcionamiento, se procede con la experimentación con los miembros de la muestra seleccionada. Los resultados obtenidos permitirán validar o no nuestra hipótesis inicial.

4.3. Tecnologías, Metodologías y Herramientas a Utilizar

En el punto 4.1. se mencionó el uso de la metodología CommonKADS y el modelado con UML. En esta sección se describen de manera genérica las metodologías y herramientas a utilizar.

4.3.1. Metodologías

- **CommonKADS:** Esta metodología fue ampliamente desarrollada en el marco teórico. A manera de resumen podemos decir que nos brinda un marco de trabajo a través de sus 3 bloques de modelos para: determinar los elementos con los que interactuará el sistema (Bloque de Contexto), definir las tareas requeridas y la forma en la que se representará el conocimiento en el sistema (Bloque de Conocimiento), y la manera en la que se desplegará (Bloque de Componentes).
- **Modelado con UML:** Aunque no se trata de una metodología propiamente, se tomaron algunos de sus artefactos en las etapas de análisis. Nos permite describir los requerimientos funcionales mediante el modelo de Casos de Uso usando el lenguaje UML, así como la arquitectura lógica (Diagrama de Componentes) y la arquitectura física (Diagrama de Despliegue). Así mismo, se usó de referencia para plantear los entregables en el cronograma.

4.3.2. Herramientas y Tecnologías

Nombre de la tecnología	JESS
Descripción	Drools (o JBoss Rules) es un sistema de gestión de reglas de negocio (BRMS, por las siglas en inglés de Business Rule Management System) que utiliza un motor de reglas basado en inferencia de encadenamiento hacia adelante (forward chaining) y de encadenamiento hacia atrás (backward chaining), más conocido como sistema de reglas de producción, y que utiliza una implementación avanzada del algoritmo Rete.
Ventajas	a) Aplicación declarativa: Reglas / lógica de negocio se define de una manera declarativa y es mucho más fácil que escribir el código de aplicación en los códigos fuente. b) Los datos y la separación lógica: La ventaja de la disociación de la lógica de datos y de negocios (normas). c) Aceleración, escalabilidad y precisión: Aquí la ventaja proviene de los algoritmos eficientes como algoritmo Rete, etc. Estos son algoritmos eficaces probados.

Tabla 4.1 Tecnologías y Herramientas a Aplicar
Fuente: Elaboración Propia

Nombre de la tecnología	MeaningCloud
Descripción	MeaningCloud, es un producto de APIs de análisis semántico, totalmente personalizable y que se proporciona en modo SaaS y on-premises. Para la presente investigación se utilizará su módulo de análisis de sentimientos, parte del sistema de análisis de texto.
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Es potente. Combina las tecnologías más avanzadas para proporcionar funcionalidades avanzadas: análisis de sentimiento orientado a aspectos, procesamiento del lenguaje de los medios sociales. • Es personalizable. Proporciona interfaces gráficas para permitir al usuario personalizar fácilmente el sistema usando sus propios diccionarios y modelos. • Soporta múltiples idiomas. La única herramienta que necesitas para analizar contenidos en Español, Inglés, Francés, Portugués o Italiano. • Sin compromisos. Sin software que instalar ni infraestructuras que desplegar. Toda la fiabilidad y la escalabilidad de las soluciones en la nube y la posibilidad de probarlo gratis.

Tabla 4.2 Tecnologías y Herramientas a Aplicar

Fuente: Elaboración Propia

Nombre de la tecnología	MySQL
Descripción	MySQL es la base de datos de código abierto más popular del mundo que permite la entrega de forma rentable de aplicaciones de comercio electrónico, de procesamiento de transacciones en línea y de bases de datos integradas que son fiables, de alto rendimiento y escalables.
Ventajas	<p>MySQL ofrece facilidad de uso, escalabilidad y alto rendimiento, al igual que un conjunto completo de controladores de bases de datos y herramientas visuales que ayudan a los programadores y a los administradores de bases de datos a compilar y gestionar sus aplicaciones MySQL. Las bases de datos MySQL ofrecen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Particiones para mejorar el rendimiento y simplificar la gestión de entornos de bases de datos de gran tamaño. • Procedimientos almacenados para aumentar la productividad del programador. • Desencadenadores para aplicar reglas empresariales complejas a nivel de la base de datos.

Tabla 4.3 Tecnologías y Herramientas a Aplicar

Nombre de la tecnología	JEE
Descripción	<p>La plataforma Java 2 Enterprise Edition define un estándar que se aplica a todos los aspectos del diseño, el desarrollo y el despliegue de las aplicaciones basadas en servidor de varios niveles. La arquitectura estándar definida por la especificación J2EE está formada por los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modelo de aplicación estándar para desarrollar aplicaciones de varios niveles. • Plataforma estándar para albergar aplicaciones. • Suite de prueba de compatibilidad para verificar que los productos de la plataforma J2EE cumplen con el estándar de la plataforma J2EE. • Implementación de referencia, que ofrece una definición operativa de la plataforma J2EE.
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Una arquitectura simplificada que se basa en componentes, servicios y clientes estándar. La arquitectura maximiza la tecnología Java de escribir una vez, ejecutar siempre. • Servicios que proporcionan la integración con los sistemas existentes. • Escalabilidad para satisfacer la demanda, distribuyendo contenedores entre varios sistemas y utilizando la agrupación de conexiones de bases de datos, por ejemplo. • Más opciones de herramientas para el desarrollo de aplicaciones y componentes de proveedores que ofrecen soluciones estándar. • Un modelo de seguridad flexible.

Tabla 4.4 Tecnologías y Herramientas a Aplicar
Fuente: Elaboración Propia

4.4. Descripción del Estudio de Caso Práctico

Con la finalidad de mostrar de manera sencilla los procesos y resultados que conlleva la implementación de la solución, se ha seleccionado un caso práctico con el cual se ejemplificará cada una de las etapas mencionadas en el punto 4.1. El caso es el siguiente:

1. La empresa Southern Perú registra su proyecto Ampliación Toquepala en la plataforma.

2. Las reglas que se van a definir en el sistema experto se activarán dependiendo de los hechos ingresados. Se obtiene como salida un resumen simplificado juntos con indicadores del nivel de impacto por flora, fauna, suelo, aire, agua y sociedad.
3. El poblador José Jiménez recibe la notificación de que se registró el proyecto en su zona. Ingresa a la plataforma, selecciona el proyecto, revisa el resumen y envía una queja con respecto a la empresa.
4. La negatividad de la opinión es detectada por el sistema y alerta tempranamente a la empresa.
5. La empresa responde por la misma plataforma al poblador para aclarar su reclamo.
6. El poblador recibe la información y más tranquilo, responde a la empresa indicando que entiende que su malestar era infundado.
7. La empresa puede visualizar otros comentarios negativos y como se distribuyen en el tiempo y el espacio geográfico.

A continuación, en el capítulo 5 podremos ver la implementación de la solución y como se aplica a nuestro caso de estudio.

Capítulo 5. Aporte Práctico: Desarrollo de la Solución

5.1. Aplicación del Bloque de Contexto de la Metodología CommonKADS

En este primer bloque evaluaremos por qué es importante solucionar el problema planteado en la tesis. Nos permitirá comprender que actividades del proceso de evaluación del impacto ambiental de proyectos mineros podrá abarcar el sistema y quienes van a interactuar con él.

5.1.1. Modelo de la Organización

5.1.1.1. OM-1. Identificación del Problema y Oportunidad

Este primer documento nos permitirá entender los problemas y oportunidades existentes, el contexto general (la actividad minera, su impacto ambiental y las personas afectadas/interesadas en ella) y posibles soluciones.

Modelo de Organización	OM-1. Identificación del Problema y Oportunidad
Problemas	<ul style="list-style-type: none">• El problema principal de la organización es que no se interpreta y presenta adecuadamente el resultado del estudio del impacto ambiental.• Falta de estándares para la presentación de EIAs y resúmenes ejecutivos.• Limitada participación ciudadana en el proceso de evaluación de proyectos mineros.
Oportunidades	<ul style="list-style-type: none">• Uso de tecnologías para interpretar la información contenida en los estudios de impacto ambiental.• Uso de tecnologías para facilitar la comunicación entre pobladores, gobierno y empresas mineras.
Soluciones	<ul style="list-style-type: none">• Implementación de un sistema experto que interprete los datos obtenidos por los estudios de impacto ambiental.• Implementación de un portal web que muestre los resultados obtenidos de manera dinámica y fácil de comprender.

Tabla 5.1 OM-1. Identificación del Problema y Oportunidad

Fuente: Elaboración Propia

5.1.1.2. OM-2. Aspectos Variantes

Abarca una serie de aspectos tales como la estructura de la organización (procesos y personas), recursos y conocimientos involucrados.

Modelo de Organización	OM-2. Aspectos Variantes
Procesos	Se va a tratar el proceso de Evaluación de EIA y Participación Ciudadana (puede verse el detalle de las actividades en la figura 4.1.).
Personal	Las personas o entes involucrados dentro del proceso a tratar son: <ul style="list-style-type: none"> • Pobladores. • Empresas mineras. • DGAAM.
Recursos	Sistemas de Información <ul style="list-style-type: none"> • SEAL. Equipamiento y material <ul style="list-style-type: none"> • Informes impresos sobre impacto ambiental. • Computadoras con conexión a Internet. Capacidades y habilidades que no dependen del conocimiento <ul style="list-style-type: none"> • Personal con experiencia en tratar con población afectada por la exploración minera.
Conocimiento	Conocimiento sobre la interpretación del resultado del Estudio de Impacto Ambiental.

Tabla 5.2 OM-2. Aspectos Variantes

Fuente: Elaboración Propia

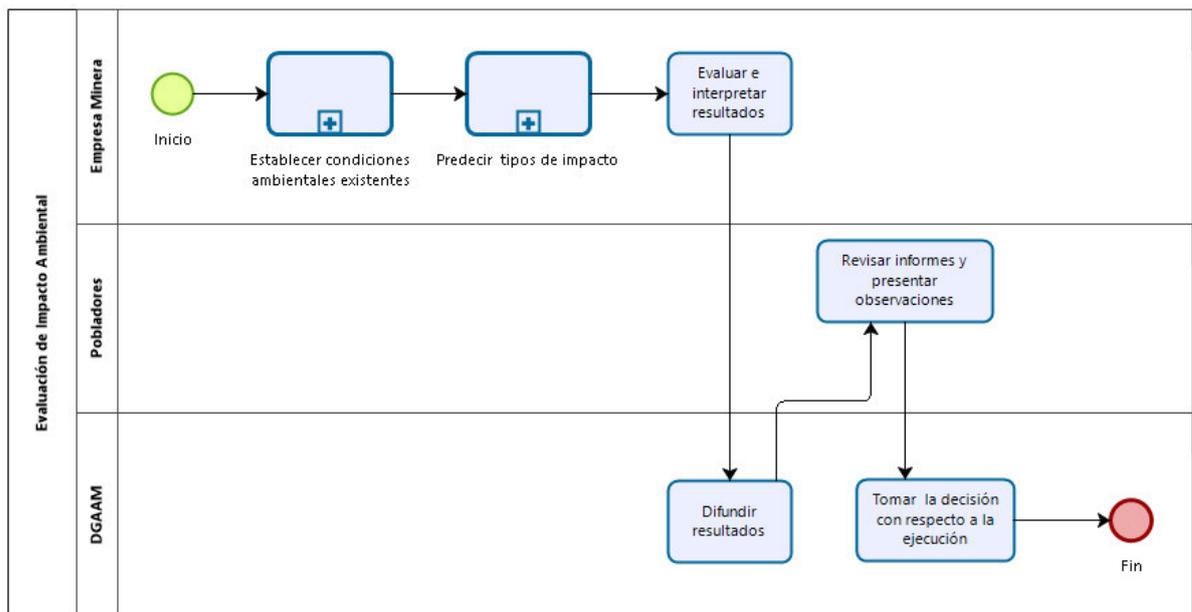


Figura 5.1 Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental y Participación Ciudadana

Fuente: Elaboración Propia

5.1.1.3. OM-3. Descomposición del Proceso

En base al proceso mostrado en OM-2, se procede a detallar las tareas (actividades), indicando quienes las realizan, recursos de conocimiento que involucra y su importancia del proceso.

OM-3. Descomposición de Proceso					
N°	Tarea	Realizada por	Recurso de conocimiento	Intensiva en conocimiento	Importancia
1	Establecer condiciones ambientales existentes.	Empresa minera.	Conocimiento sobre métodos para describir el medio ambiente.	Si.	Importancia Media.
2	Predecir tipos de impacto.	Empresa minera.	Conocimiento sobre técnicas cualitativas y cuantitativas para predecir el posible impacto ambiental.	Si.	Importante.
3	Evaluar e interpretar resultados.	Empresa minera.	Conocimiento para interpretar los datos obtenidos en el estudio.	Si.	Importante.
4	Difundir resultados.	Empresa Minera/DGAAM	Conocimiento sobre mecanismos para presentar adecuadamente la información a la población.	No.	Importante.
5	Revisar informes y presentar observaciones.	Pobladores	Conocimiento general sobre impacto del proyecto sobre su comunidad.	No.	Importante.
6	Tomar la decisión con respecto a la ejecución del proyecto.	DGAAM	Conocimiento sobre lineamientos legales para dar el visto bueno a un proyecto minero.	Si.	Importante.

Tabla 5.3 OM-3. Descomposición del Proceso

Fuente: Elaboración Propia

5.1.1.4. OM-4. Recursos de Conocimiento

En base a la documentación previa, se realiza una descripción general sobre los recursos de conocimiento asociados al problema tratado.

OM-4. Recursos de conocimiento						
Recursos	Pertenece a (Agente)	Usado por (Tarea)	¿Forma correcta?	¿Lugar correcto?	¿Tiempo correcto?	¿Calidad correcta?
Conocimiento sobre Realización de Inventario Ambiental.	Empresa minera (ingenieros ambientales).	Establecer condiciones ambientales existentes.	Si. Alta capacitación que tiene el personal a cargo.	Si. El equipo es adecuado para esta tarea.	Si. Los nuevos equipos electrónicos reducen el tiempo de la tarea.	Si. Se cuenta con el conocimiento adecuado para esta tarea.
Conocimiento sobre Predicción de Impacto Ambiental.	Empresa minera (ingenieros ambientales).	Predecir tipos de impacto.	Si. Alta capacitación que tiene el personal a cargo.	Si. El equipo es adecuado para esta tarea.	Si. Los nuevos equipos electrónicos reducen el tiempo de la tarea.	Si. Se cuenta con el conocimiento adecuado para esta tarea.
Conocimiento sobre Evaluación Ambiental de Proyectos Mineros.	Empresa minera	Evaluar e interpretar resultados.	Si. Existe abundante material bibliográfico.	Si. Se cuenta con el equipo necesario para realizar la tarea.	Si. Aunque podría reducirse el tiempo realizando la interpretación de manera automática.	Si. Se realiza de manera adecuada, aunque se puede mejorar.
Conocimiento sobre Interpretación de resultados del estudio (RE).	Pobladores.	Revisar informes y presentar observaciones.	No. Los resúmenes ejecutivos siguen siendo extensos y complejos.	No. Aunque se publican los REs, se presenta de manera inadecuada, generando confusión.	Si. Se les brinda un periodo de aproximadamente 2 meses a la población.	No. Un poblador común no cuenta con conocimientos técnicos respecto al impacto ambiental.
Conocimiento sobre Lineamientos para determinar si se ejecuta o no un proyecto minero.	DGAAM.	Tomar la decisión con respecto a la ejecución del proyecto.	No. Dado que la información no llega a los pobladores, la decisión tomada no siempre es la mejor.	Si. Aunque podría mejorarse aplicando sistemas de información.	No. El no contar con la opinión de los pobladores genera conflictos que retrasan la ejecución.	No. Es una decisión parcial pues no cuenta con información completa.

Tabla 5.4 OM-4. Recursos de Conocimiento

Fuente: Elaboración Propia

5.1.1.5. OM-5. Documento de Viabilidad

Finalmente, a modo de resumen de toda la información presentada, se realiza el documento de viabilidad que como indica su nombre, concreta la viabilidad del proyecto y el impacto en la organización.

OM-5. Documento de Viabilidad	
Solución propuesta	La solución propuesta es desarrollar e implementar un sistema experto que procese los datos obtenidos como resultado de un Estudio de Impacto Ambiental y pueda interpretarlos, evaluarlos y mostrar el resultado de dicha evaluación de manera entendible para los interesados.
Acciones propuestas	Implantar este sistema en el portal del Ministerio de Energía y Minas o en el Ministerio del Ambiente para que esté a disposición de pobladores, empresas mineras y entes fiscalizadores del Estado.
Viabilidad empresarial	<ul style="list-style-type: none"> • Beneficios esperados: Mejorar el proceso de Participación Ciudadana dentro de la Evaluación Ambiental de los Proyectos Mineros. Crear un medio de comunicación entre la empresa minera, el Estado y la población afectada por los proyectos mineros. • Costos esperados: No se requieren mayores costos, salvo en la contratación del personal que realizaría el despliegue de la solución en la página del ente estatal que incorpore el nuevo sistema. • Cambios requeridos en la organización: Se requiere incorporar el sistema dentro de la organización como mecanismo de participación ciudadana. • Riegos económicos y empresariales: El riesgo es mínimo ya que los costos son reducidos. Además, este sistema es nuevo y no reemplazará a otro, por lo cual no representará un peligro en la ejecución del proceso de evaluación.
Viabilidad técnica	<ul style="list-style-type: none"> • Complejidad del conocimiento: El conocimiento que se requiere para la interpretación de los resultados del Estudio de Impacto Ambiental está distribuido en las guías que publica el Ministerio de Energía y Minas. El conjunto de variables que se analizan en el EIA es numeroso, por lo cual el conocimiento requerido tendrá una complejidad alta. • Aspectos críticos implicados: El tiempo que tomaría la implementación de esta solución sería de entre 6 a 7 meses. Los recursos necesarios son una computadora con acceso a Internet y una persona con conocimiento en Ingeniería Ambiental aplicada a la Minería.
Viabilidad del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad de recursos La disponibilidad de los recursos mencionados correrá por cuenta del investigador y están cubiertos. • Disponibilidad de conocimiento El conocimiento requerido está distribuido en las guías de Estudios de Impacto Ambiental presentados por el MEM y también, es parte del conocimiento del experto (Ingeniero Ambiental). • Expectativas reales Mejorar el proceso de Evaluación Ambiental propiciando la participación ciudadana, evitando conflictos y retrasos en la ejecución de proyectos mineros.

Tabla 5.5 OM-5. Documento de Viabilidad

5.1.2. Modelo de Tareas

5.1.2.1. TM-1: Análisis de Tareas

Esta hoja de trabajo describe entradas, salidas y objetivo de cada tarea. Además, nos indica el agente que realiza cada tarea y el conocimiento inherente a su ejecución.

TM-1: Análisis de Tareas	
Tarea	Nº1 - Establecer condiciones ambientales existentes.
Organización	Empresa minera
Objetivo y Valor	Preparar una descripción adecuada del medio ambiente para llevar a cabo la evaluación.
Dependencia y Flujos	Tareas Precedentes: Ninguna. Tareas que le Siguen: Predecir tipos de impacto.
Objetivos Manipulados	Objetos de Entrada: Listado de especies en peligro de extinción, y registros de vías, poblados y flora y fauna. Objetos de Salida: Inventario ambiental y mapas. Objetos Internos: Ninguno.
Tiempo y Control	Frecuencia: Se realiza cada vez que se inicia o modifica un proyecto. Duración: Depende de cada empresa, pero puede ser de 2 a 3 meses. Restricciones: Contar con permisos para realizar las mediciones u obtener información de entidades públicas o privadas.
Agentes	Ingenieros ambientales.
Conocimiento y Capacidad	Conocimiento sobre Realización de Inventario Ambiental. Esta tarea es intensiva en conocimiento.
Recursos	Ingenieros ambientales, geólogos, biólogos, geógrafos, equipo de cómputo e infraestructura.
Calidad y eficiencia	La eficiencia de la tarea se mide mediante: <ul style="list-style-type: none"> • Proporción de especies identificados con respecto a las existentes. • Exactitud de mediciones realizadas en el terreno. • Exactitud de datos de población en la zona.

Tabla 5.6 TM-1: Análisis de Tareas

TM-1: Análisis de Tareas	
Tarea	Nº2 - Predecir tipos de impacto.
Organización	Empresa Minera
Objetivo y Valor	Identificar anticipadamente los tipos de impacto para seleccionar la(s) metodología(s) más apropiada(s) al tipo y naturaleza del proyecto.
Dependencia y Flujos	Tareas Precedentes: Establecer condiciones ambientales existentes. Tareas que le Siguen: Evaluar e interpretar resultados.
Objetivos Manipulados	Objetos de Entrada: Inventario ambiental y mapas, además de otros informes. Objetos de Salida: Listado de posibles impactos ambientales.
Tiempo y Control	Frecuencia: Se realiza en la evaluación de todo proyecto. Duración: Es variante, puede estar entre 1 a 2 meses.
Agentes	Ingenieros ambientales.
Conocimiento y Capacidad	Conocimiento sobre Predicción de Impacto Ambiental. Esta tarea es intensiva en conocimiento.
Recursos	Ingenieros ambientales, geólogos, biólogos, geógrafos, equipo de cómputo e infraestructura.
Calidad y eficiencia	La eficiencia de la tarea se mide una vez terminado el proceso, mediante: <ul style="list-style-type: none"> • Número de tipos de impacto identificados respecto a los observados.

Tabla 5.7 TM-1 Análisis de Tareas

Fuente: Elaboración Propia

Modelo de Tareas	TM-1: Análisis de Tareas
Tarea	Nº3 - Evaluar e interpretar resultados.
Organización	Empresa Minera
Objetivo y Valor	El objetivo de esta tarea es interpretar el significado de los impactos para estimar su extensión y magnitud, y las medidas necesarias para mitigarlos.
Dependencia y Flujos	Tareas Precedentes: Predecir tipos de impacto. Tareas que le Siguen: Difundir resultados.
Objetivos Manipulados	Objetos de Entrada: Análisis de condiciones actuales y posibles impactos. Objetos de Salida: Estudio de Impacto Ambiental. Objetos Internos: Ninguno.
Tiempo y Control	Frecuencia: Cada vez que se evalúa un proyecto. Duración: De 2 a 3 semanas. Restricciones: Se deben haber realizado adecuadamente las dos tareas anteriores.
Agentes	Ingenieros ambientales.
Conocimiento y Capacidad	Conocimiento sobre Evaluación Ambiental de Proyectos Mineros. Esta tarea es intensiva en conocimiento.
Recursos	Ingenieros ambientales, geólogos, biólogos, geógrafos, equipo de cómputo e infraestructura.
Calidad y eficiencia	La eficiencia de esta tarea contiene variables subjetivas por lo cual no se puede determinar mediante indicadores cuantitativos.

Tabla 5.8 TM-1 Análisis de Tareas

Fuente: Elaboración Propia

Modelo de Tareas	TM-1: Análisis de Tareas
Tarea	Nº4 - Difundir resultados.
Organización	Área de la organización donde se desarrolla: DGAAM (Mecanismos de Participación Ciudadana)
Objetivo y Valor	El objetivo de esta tarea es comunicar los resultados del estudio a las autoridades pertinentes y a los pobladores afectados.
Dependencia y Flujos	Tareas Precedentes: Evaluar e interpretar resultados. Tareas que le Siguen: Revisar informes y presentar observaciones.
Objetivos Manipulados	Objetos de Entrada: EIA y Resúmenes Ejecutivos. Objetos de Salida: Registro de observaciones y quejas. Objetos Internos: Ninguno.
Tiempo y Control	Frecuencia: Cada vez que se concluye y entrega el Estudio de Impacto Ambiental. Duración: Dos meses. Restricciones: Ninguna.
Agentes	Empresa Minera/DGAAM
Conocimiento y Capacidad	No requiere un conocimiento específico. No es una tarea intensiva en conocimiento.
Recursos	Personal que visite a los pobladores, ingenieros ambientales, material impreso y páginas web.
Calidad y eficiencia	La eficiencia de la tarea se mide mediante: <ul style="list-style-type: none"> • Proporción de la población interesada que recibe la información. • Grado de entendimiento de los pobladores sobre el impacto que tendrá el proyecto.

Tabla 5.9 TM-1 Análisis de Tareas

Fuente: Elaboración Propia

Modelo de Tareas	TM-1: Análisis de Tareas
Tarea	Nº5 - Revisar informes y presentar observaciones.
Organización	Población.
Objetivo y Valor	El objetivo de esta tarea es conocer la opinión de la población afectada con respecto a la ejecución del proyecto.
Dependencia y Flujos	Tareas Precedentes: Difundir resultados. Tareas que le Siguen: Tomar la decisión con respecto a la ejecución del proyecto.
Objetivos Manipulados	Objetos de Entrada: EIA y Resúmenes Ejecutivos, material impreso y digital. Objetos de Salida: Observaciones de los pobladores. Objetos Internos: Ninguno.
Tiempo y Control	Frecuencia: De manera diaria durante el periodo de participación ciudadana. Duración: Indeterminada. Restricciones: Ninguna.
Agentes	Pobladores.
Conocimiento y Capacidad	Conocimiento sobre Interpretación de resultados del estudio (RE). Esta tarea es intensiva en conocimiento.
Recursos	Personas de la zona e interesados y administrativos que reciben las observaciones, además de infraestructura.
Calidad y eficiencia	La eficacia de la tarea se mide mediante: <ul style="list-style-type: none"> El número de observaciones y opiniones positivas que se obtienen de la población.

Tabla 5.10 TM-1 Análisis de Tareas

Fuente: Elaboración Propia

Modelo de Tareas	TM-1: Análisis de Tareas
Tarea	Nº6 - Tomar la decisión con respecto a la ejecución del proyecto.
Organización	DGAAM
Objetivo y Valor	El objetivo de esta tarea es determinar si es viable o no la explotación minera con respecto a su impacto ambiental, económico y social.
Dependencia y Flujos	Tareas Precedentes: Revisar informes y presentar observaciones. Tareas que le Siguen: Ninguna.
Objetivos Manipulados	Objetos de Entrada: Estudio de Impacto Ambiental y Listado de Observaciones de los pobladores. Objetos de Salida: Decisión sobre ejecución de proyecto. Objetos Internos: Ninguno.
Tiempo y Control	Frecuencia: Cada vez que se evalúa un proyecto, puede darse una o dos veces en ese plazo. Duración: Uno o dos meses. Restricciones: Ninguna.
Agentes	Funcionario de DGAAM
Conocimiento y Capacidad	Conocimiento sobre Lineamientos para determinar si se ejecuta o no un proyecto minero. Esta tarea es intensiva en conocimiento.
Recursos	Personal capacitado, equipos de cómputo e infraestructura.
Calidad y eficiencia	La eficacia de la tarea se mide mediante: <ul style="list-style-type: none"> El grado de aprobación de la población con respecto a la decisión tomada. Número de problemas sociales que aparecen a consecuencia de la decisión.

Tabla 5.11 TM-1 Análisis de Tareas

Fuente: Elaboración Propia

5.1.2.2. TM-2: Elementos de Conocimiento

En esta hoja de trabajo se enfatiza en la relación de las tareas con los recursos de conocimiento y la naturaleza de éste.

Modelo de Tareas	TM-2 Elementos de Conocimiento
Nombre:	Conocimiento sobre Realización de Inventario Ambiental.
Poseído por:	Empresa minera (ingenieros ambientales).
Usado en:	Establecer condiciones ambientales existentes.
Dominio:	Ingeniería Ambiental
Naturaleza del Conocimiento	¿Cuello de botella? O ¿A ser mejorado?
Altamente especializado, específico del dominio	X
Formal, riguroso	X
Forma de Conocimiento	
Mental	X
Papel	X

Tabla 5.12 TM-2 Elementos de Conocimiento

Fuente: Elaboración Propia

Modelo de Tareas	TM-2 Elementos de Conocimiento
Nombre:	Conocimiento sobre Predicción de Impacto Ambiental.
Poseído por:	Empresa minera (ingenieros ambientales).
Usado en:	Predecir tipos de impacto.
Dominio:	Ingeniería Ambiental
Naturaleza del Conocimiento	¿Cuello de botella? O ¿A ser mejorado?
Altamente especializado, específico del dominio	X
Formal, riguroso	X
Forma de Conocimiento	
Mental	X
Papel	X

Tabla 5.13 TM-2 Elementos de Conocimiento

Fuente: Elaboración Propia

Modelo de Tareas	TM-2 Elementos de Conocimiento
Nombre:	Conocimiento sobre Evaluación Ambiental de Proyectos Mineros.
Poseído por:	Empresa minera (ingenieros ambientales).
Usado en:	Evaluar e interpretar resultados.
Dominio:	Ingeniería Ambiental
Naturaleza del Conocimiento	¿Cuello de botella? O ¿A ser mejorado?
Formal, riguroso	X
Forma de Conocimiento	
Mental	X
Papel	X

Tabla 5.14 TM-2 Elementos de Conocimiento

Fuente: Elaboración Propia

Modelo de Tareas	TM-2 Elementos de Conocimiento
Nombre:	Conocimiento sobre Interpretación de resultados del estudio (RE).
Poseído por:	Pobladores.
Usado en:	Revisar informes y presentar observaciones.
Dominio:	Ingeniería Ambiental
Naturaleza del Conocimiento	¿Cuello de botella? O ¿A ser mejorado?
Altamente especializado, específico del dominio	X
Formal, riguroso	X
Empírico, cuantitativo	X
Forma de Conocimiento	
Mental	X
Papel	X

Tabla 5.15 TM-2 Elementos de Conocimiento

Fuente: Elaboración Propia

Modelo de Tareas	TM-2 Elementos de Conocimiento
Nombre:	Conocimiento sobre Lineamientos para determinar si se ejecuta o no un proyecto minero.
Poseído por:	Funcionarios del DGAAM
Usado en:	Tomar la decisión con respecto a la ejecución del proyecto.
Dominio:	Ingeniería Ambiental
Naturaleza del Conocimiento	¿Cuello de botella? O ¿A ser mejorado?
Altamente especializado, específico del dominio	X
Formal, riguroso	X
Forma de Conocimiento	
Mental	X
Papel	X

Tabla 5.16 TM-2 Elementos de Conocimiento

Fuente: Elaboración Propia

5.1.3. Modelo de Agentes

5.1.3.1. AM-1: Especificación del Agente

Esta hoja de trabajo describe a aquellos agentes (un ente que puede recibir estímulos del medio y responder a ellos) que participan del proceso en análisis.

Modelo de agentes	AM-1: Especificación del Agente
Nombre	Profesional de Empresa Minera
Organización	Empresa Minera
Implicado en	<ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer condiciones ambientales existentes. 2. Predecir tipos de impacto. 3. Evaluar e interpretar resultados.
Se comunica con	Poblador y DGAAM
Conocimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conocimiento sobre Realización de Inventario Ambiental. 2. Conocimiento sobre Predicción de Impacto Ambiental. 3. Conocimiento sobre Evaluación Ambiental de Proyectos Mineros.

Tabla 5.17 AM-1: Especificación del Agente

Fuente: Elaboración Propia

Modelo de agentes	AM-1: Especificación del Agente
Nombre	Profesional del DGAAM
Organización	DGAAM - MEM
Implicado en	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tomar la decisión con respecto a la ejecución del proyecto.
Se comunica con	Poblador y Empresa Minera
Conocimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conocimiento sobre Lineamientos para determinar si se ejecuta o no un proyecto minero.

Tabla 5.18 AM-1: Especificación del Agente

Fuente: Elaboración Propia

Modelo de agentes	AM-1: Especificación del Agente
Nombre	Poblador
Organización	Población Afectada o Interesada
Implicado en	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisar informes y presentar observaciones.
Se comunica con	Empresa Minera
Conocimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conocimiento sobre Interpretación de resultados del estudio (RE).

Tabla 5.19 AM-1: Especificación del Agente

Fuente: Elaboración Propia

5.2. Aplicación del Bloque de Concepto de la Metodología CommonKADS

5.2.1. Modelo de Conocimiento

5.2.1.1. Fase 1: Identificación del Conocimiento

Tareas intensivas en conocimiento.	<p>Las tareas intensivas que competen a este análisis tenemos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establecer condiciones ambientales existentes. • Predecir tipos de impacto. • Evaluar e interpretar resultados. • Revisar informes y presentar observaciones.
---	---

	<ul style="list-style-type: none"> • Tomar la decisión con respecto a la ejecución del proyecto.
Fuentes de conocimiento del dominio.	<ul style="list-style-type: none"> • La principal fuente es el conocimiento y experiencia de nuestro experto humano, el cual desempeña labores como ingeniero ambiental en empresas mineras. • Otras fuentes de conocimiento son las guías de referencia de Evaluación de Impacto Ambiental y Participación Ciudadana que publica el MEM.
Glosario de términos.	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio de Impacto Ambiental (EIA): Instrumento que garantiza la existencia de los ecosistemas al desarrollar proyectos económicos. Presenta cuatro categorías ambientales que se verían afectadas por la explotación minera: el ambiente físico, el ambiente biológico, el ambiente socio-económico y el ambiente de interés humano. • Resumen Ejecutivo (RE): Documento que la empresa minera presenta ante el DGAAM que contiene un resumen de los resultados obtenidos en la EIA. Dicho documento es publicado de manera pública y puede ser solicitado por los interesados en cualquier oficina del MEM. • Línea Base Ambiental: Es la descripción del área de influencia de un proyecto antes de iniciarse el mismo. Se puede considerar como la “situación actual” del ambiente involucrado.
Descripción de escenarios desarrollados.	<ol style="list-style-type: none"> 1. La empresa realiza el estudio completo de impacto ambiental y presenta su resumen ejecutivo ante el DGAAM. 2. El resumen ejecutivo es colocado en la página web del Ministerio de Energía y Minas. 3. Los pobladores de la zona afectada y los interesados revisan el material publicado. 4. Éstos presentan sus observaciones ante la DGAAM. 5. El DGAAM notifica de las observaciones a la empresa correspondiente. 6. La empresa enmienda las observaciones y presenta sus correcciones ante el DGAAM. 7. La DGAAM decide si se procede o no con la ejecución del proyecto.
Comprensión del dominio.	<p>El conocimiento de las organizaciones involucradas está concentrado en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establecer condiciones ambientales existentes. • Predecir tipos de impacto. • Evaluar e interpretar resultados. • Revisar informes y presentar observaciones. • Tomar la decisión con respecto a la ejecución del proyecto. <p>La importancia de estas actividades está en que permiten evaluar e informar adecuadamente a la población sobre el impacto de los</p>

	proyectos mineros en evaluación y facilitan de esta forma la participación ciudadana.
Perspectiva (dimensión) de tarea	Las tareas se ajustan al tipo de tarea Analítica según la clasificación de tareas de CommonKADS.
Perspectiva (dimensión) de dominio	La tarea es un dominio de tipo técnico, donde el dominio de la tarea es la ingeniería ambiental.
Lista de plantilla de tareas posibles	La plantilla para las tareas del proceso es “Valoración.”

Tabla 5.20 Identificación del Conocimiento

Fuente: Elaboración Propia

5.2.1.2. Fase 2: Especificación del Conocimiento

En base al conocimiento genérico que tenemos, procederemos a formalizarlo y modelarlo. CommonKADS nos brinda una serie de modelos de tareas genéricas aceptadas, con la finalidad de propiciar la reusabilidad de modelos ya probados. Como primer paso, seleccionaremos la plantilla de conocimiento que mejor se adapte al caso en estudio.

5.2.1.2.1. Seleccionar una plantilla de tarea

Para el caso en estudio vamos a aplicar la plantilla de Valoración, ya que procederemos al análisis de las variables y le asignaremos un indicador referencial al proyecto que apoye a la comprensión de los interesados. A continuación, se describe brevemente las características de la plantilla seleccionada:

5.2.1.2.1.1. Caracterización General

Objetivo: Encontrar una categoría de decisión para un caso basado en un conjunto de normas específicas de dominio.

Ejemplo típico: Decidir si una persona consigue un préstamo.

Terminología:

- Caso: el caso para ser valorado, por ejemplo, datos sobre el que solicita el préstamo y el préstamo solicitado.
- Categoría de decisión: rellenar los requisitos para un préstamo.
- Normas: dominio de conocimiento que se usa para tomar la decisión, por ejemplo, reglas relacionando los ingresos según la cantidad solicitada.

Entrada: Datos sobre el caso (siempre). Normas específicas del caso (algunas veces).

Salida: Una decisión.

5.2.1.2.1.2. Aplicación de Método por Defecto

La plantilla nos brinda un método por defecto, el cual aplicado a nuestro caso es como sigue:

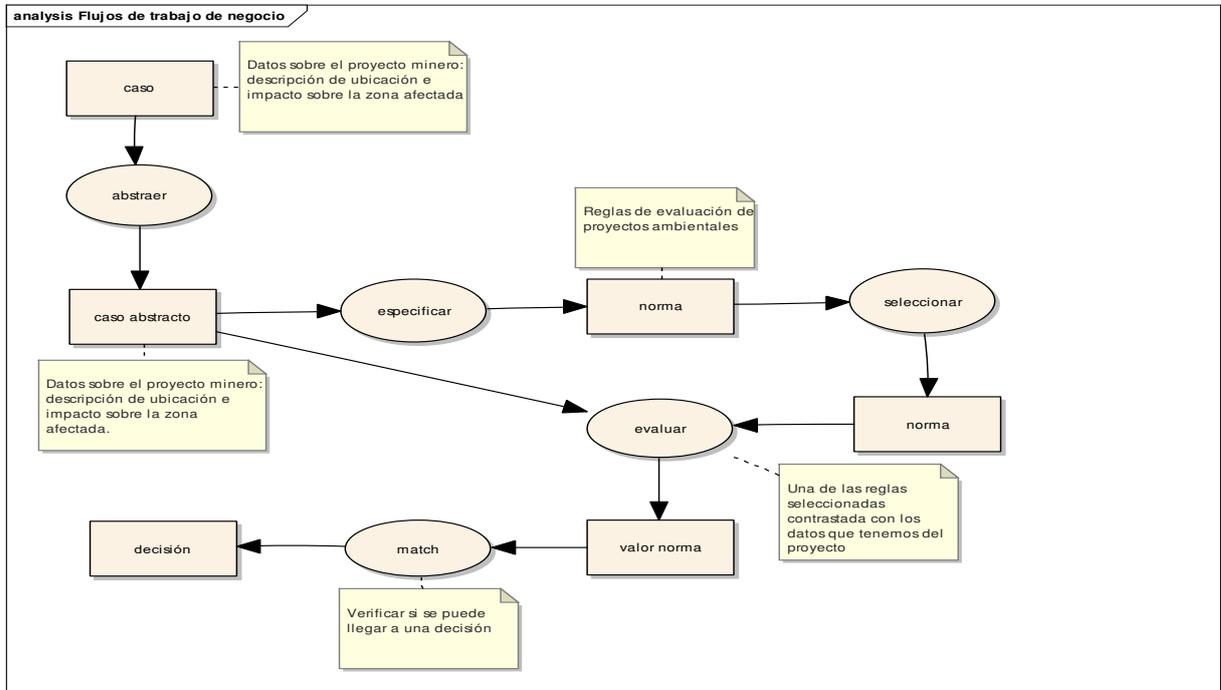


Figura 5.2 Plantilla de Valoración

Fuente: Elaboración Propia

Para el grafico mostrado anteriormente, el método expresado de manera formal sería:

```

TASK valoración;
ROLES:
  INPUT: descripción-caso: "datos resumen de proyecto minero";
  OUTPUT: decisión: "viabilidad relativa"
END TASK valoración;

TASK-METHOD valoracion-con-abstraccion;
REALIZES: valoración;
DECOMPOSITION:
  INFERENCE:
    abstraer, especificar, seleccionar, evaluar, corresponder (match);
ROLES:
  INTERMEDIATE:
    caso-abstracto: "datos ambientales más abstracciones";
    normas: "conjunto de reglas empleadas en la evaluación ambiental";
    norma: "una de las normas";
    valor-norma: "valor de verdad de una norma para este caso";
    resultados-evaluacion: "lista de normas evaluadas";
CONTROL-STRUCTURE:
  
```

```

abstracto) DO
    descripción-caso:=caso-abstracto;
    WHILE WHILE
    especificar (caso-abstracto->normas)
    REPEAT
        seleccionar (normas->norma);
        evaluar:=(caso-abstracto+norma->valor-norma);
        resultados-evaluacion:=valor-norma ADD resultados-
evaluacion;
    UNTIL
        HAS SOLUTION match (resultados-evaluacion->decisi)
    END REPEAT
END TASK-METHOD valoracion-con-abstraccion;

```

5.2.1.2.2. Elaborar el esquema de dominio inicial

Una vez definido el modelo de tarea, se procede a especificar las estructuras de datos (conceptos) que servirán de base para la formalización del conocimiento. El esquema de dominio inicial aplicado a nuestro caso, se muestra en la figura 4.3.

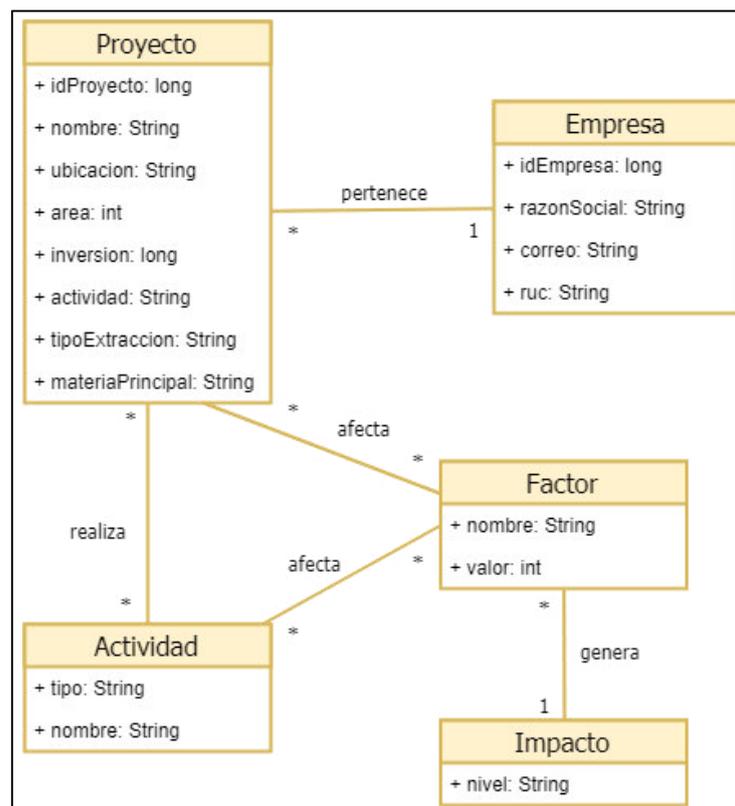


Figura 5.3 Modelo de Dominio

Fuente: Elaboración Propia

5.2.1.2.3. Especificar las tres categorías del conocimiento

A. Conceptos

En primer lugar, definiremos los conceptos que se requieren en el dominio del problema a tratar. A continuación, se presentan dichos conceptos representados de manera gráfica y en código:

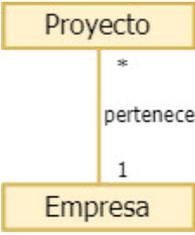
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p style="text-align: center; background-color: #fff9c4; margin: 0;">Proyecto</p> <ul style="list-style-type: none"> + idProyecto: long + nombre: String + ubicacion: String + area: int + inversion: long + actividad: String + tipoExtraccion: String + materiaPrincipal: String </div>	<pre> CONCEPT Proyecto; PROPERTIES: Nombre; Ubicación; Área; Inversión; Actividad; Tipo_Extracción; Materia_Principal; END CONCEPT Proyecto; </pre>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p style="text-align: center; background-color: #fff9c4; margin: 0;">Empresa</p> <ul style="list-style-type: none"> + idEmpresa: long + razonSocial: String + correo: String + ruc: String </div>	<pre> CONCEPT Empresa; PROPERTIES: Razón_Social; Correo; RUC; END CONCEPT Empresa; </pre>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p style="text-align: center; background-color: #fff9c4; margin: 0;">Actividad</p> <ul style="list-style-type: none"> + tipo: String + nombre: String </div>	<pre> CONCEPT Actividad; PROPERTIES: Tipo; Nombre; END CONCEPT Actividad; </pre>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p style="text-align: center; background-color: #fff9c4; margin: 0;">Factor</p> <ul style="list-style-type: none"> + nombre: String + valor: int </div>	<pre> CONCEPT Factor; PROPERTIES: Nombre; Valor; END CONCEPT Factor; </pre>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p style="text-align: center; background-color: #fff9c4; margin: 0;">Impacto</p> <ul style="list-style-type: none"> + nivel: String </div>	<pre> CONCEPT Impacto; PROPERTIES: Nivel; END CONCEPT Impacto; </pre>

Tabla 5.21 Conceptos del Sistema Experto

Fuente: Elaboración Propia

B. Relaciones

Una vez determinados los conceptos, se procede a establecer la relación entre ellos. En la tabla 4.23. se mostrará la relación entre los conceptos presentados en el apartado anterior.

 <pre> graph TD Proyecto[Proyecto] -- pertenece --> Empresa[Empresa] Proyecto --- C1[*] Empresa --- C2[1] </pre>	<pre> CONCEPT Proyecto; END CONCEPT Proyecto; CONCEPT Empresa; END CONCEPT Empresa; BINARY-RELATION pertenece; INVERSE: posee; ARGUMENT-1: Proyecto; CARDINALITY: *; ARGUMENT-2: Empresa; CARDINALITY: 1; END BINARY-RELATION pertenece; </pre>
 <pre> graph TD Proyecto[Proyecto] -- realiza --> Actividad[Actividad] Proyecto --- C1[*] Actividad --- C2[*] </pre>	<pre> CONCEPT Proyecto; END CONCEPT Proyecto; CONCEPT Actividad; END CONCEPT Actividad; BINARY-RELATION realiza; INVERSE: es_realizada_por; ARGUMENT-1: Proyecto; CARDINALITY: *; ARGUMENT-2: Actividad; CARDINALITY: *; END BINARY-RELATION realiza; </pre>
 <pre> graph TD Factor[Factor] -- afecta --> Actividad[Actividad] Factor --- C1[*] Actividad --- C2[*] </pre>	<pre> CONCEPT Factor; END CONCEPT Factor; CONCEPT Actividad; END CONCEPT Actividad; BINARY-RELATION afecta; INVERSE: es_afectada_por; ARGUMENT-1: Factor; CARDINALITY: *; ARGUMENT-2: Actividad; CARDINALITY: *; END BINARY-RELATION afecta; </pre>
 <pre> graph TD Proyecto[Proyecto] -- afecta --> Factor[Factor] Proyecto --- C1[*] Factor --- C2[*] </pre>	<pre> CONCEPT Proyecto; END CONCEPT Proyecto; CONCEPT Factor; END CONCEPT Factor; BINARY-RELATION afecta; INVERSE: es_afectado_por; ARGUMENT-1: Proyecto; CARDINALITY: *; ARGUMENT-2: Factor; CARDINALITY: *; END BINARY-RELATION afecta; </pre>

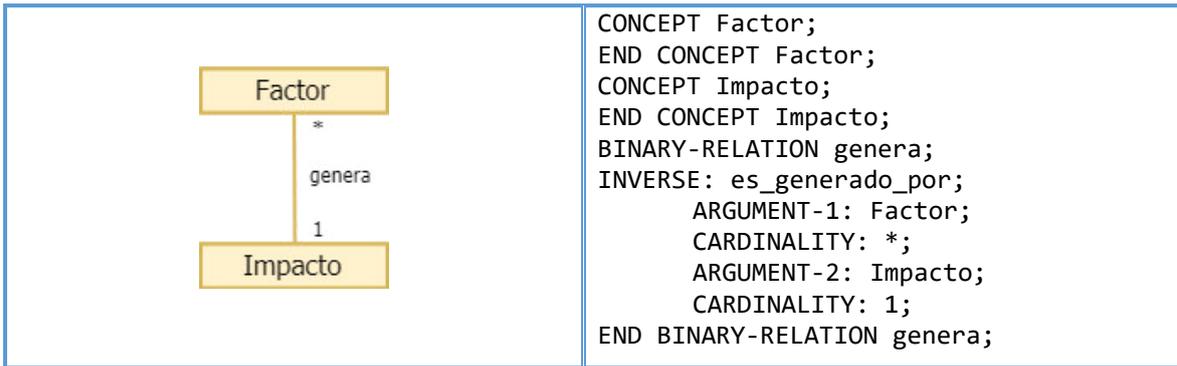


Tabla 5.22 Relaciones de Conceptos

Fuente: Elaboración Propia

C. Esquema de Reglas

Una vez definidos los conceptos y las relaciones, lo siguiente es definir la tercera categoría del conocimiento, es decir, el conjunto de reglas que conforman el dominio de nuestro problema. Cada una de las reglas está formada por un antecedente (conjunto de hechos que activan la regla) y un consecuente o resultado.

C.1. Reglas para Determinar el Impacto

Para comenzar, en base a las actividades que realizará la minera, se estimará el nivel de impacto que tendrá sobre los principales aspectos vulnerables. Dichos aspectos son: emisión de gases, emisión de ruidos, alteración de suelos, residuos sólidos, calidad de agua superficial, calidad de agua subterránea, cubierta de vegetación, aves y peces, especies terrestres, generación de empleo, incremento de impuestos, calidad de vida, seguridad ocupacional, paz social y aspecto paisajístico. Los tipos de actividad que puede ejecutar la empresa minera son: transformación o extracción de recursos.

Una actividad genera una serie de impactos sobre los aspectos vulnerables. Los grados de impactos toman valores entre 0 y 10 (de menor a mayor impacto), pudiendo ser positivos o negativos. Para esta parte del razonamiento, las reglas a activarse son:

Código	Precedente	Consecuente
--------	------------	-------------

T1	(actividad (tipo transformación) (nombre urbanización))	(impacto (emisión-gases -5) (emisión- ruidos -5) (alteración-suelos -5) (residuos-solidos -5) (calidad-agua- superficial -5) (calidad-agua-sub -2) (cubierta-vegetal -8) (aves-peces -5) (especies-terrestres -8) (generación- empleo 8) (incremento-impuestos -2) (calidad-vida -8) (seguridad-ocupacional 5) (paz-social 5) (paisajístico -5))
T2	(actividad (tipo transformación) (nombre tuneles-subterranos))	(impacto (emisión-gases -8) (emisión- ruidos -8) (alteración-suelos -8) (residuos-solidos -8) (calidad-agua- superficial -5) (calidad-agua-sub 0) (cubierta-vegetal -8) (aves-peces -8) (especies-terrestres -5) (generación- empleo 8) (incremento-impuestos 0) (calidad-vida 2) (seguridad-ocupacional - 5) (paz-social -5) (paisajístico -8))
T3	(actividad (tipo transformación) (nombre carreteras-caminos))	(impacto (emisión-gases -5) (emisión- ruidos -8) (alteración-suelo -5) (residuos- solidos -2) (calidad-agua-superficial 0) (calidad-agua-sub 0) (cubierta-vegetal - 5) (aves-peces -5) (especies-terrestres -5) (generación-empleo 8) (incremento- impuestos -2) (calidad-vida 5) (seguridad-ocupacional 2) (paz-social 2) (paisajístico 2))
T4	(actividad (tipo transformación) (nombre vías-ferreas))	(impacto (emisión-gases -5) (emisión- ruidos -8) (alteración-suelo -5) (residuos- solidos -2) (calidad-agua-superficial 0) (calidad-agua-sub 0) (cubierta-vegetal - 5) (aves-peces 0) (especies-terrestres -5) (generación-empleo 8) (incremento- impuestos -2) (calidad-vida 5) (seguridad-ocupacional 0) (paz-social 2) (paisajístico 0))

T5	(actividad (tipo transformación) (nombre cables-elevadores))	(impacto (emisión-gases -2) (emisión- ruidos 0) (alteración-suelo -2) (residuos- solidos 0) (calidad-agua-superficial 0) (calidad-agua-sub 0) (cubierta-vegetal 0) (aves-peces -5) (especies-terrestres 0) (generación-empleo 8) (incremento- impuestos 0) (calidad-vida 0) (seguridad- ocupacional 0) (paz-social 0) (paisajístico 2))
T6	(actividad (tipo transformación) (nombre transmisión-oleoductos))	(impacto (emisión-gases -5) (emisión- ruidos -5) (alteración-suelo -5) (residuos- solidos -2) (calidad-agua-superficial -2) (calidad-agua-sub -2) (cubierta-vegetal 0) (aves-peces 0) (especies-terrestres -2) (generación-empleo 8) (incremento- impuestos 0) (calidad-vida 5) (seguridad- ocupacional 0) (paz-social -2) (paisajístico -2))
T7	(actividad (tipo transformación) (nombre barreras-vallados))	(impacto (emisión-gases 0) (emisión- ruidos 0) (alteración-suelo 0) (residuos- solidos -2) (calidad-agua-superficial 0) (calidad-agua-sub 0) (cubierta-vegetal 0) (aves-peces -2) (especies-terrestres -2) (generación-empleo 0) (incremento- impuestos 0) (calidad-vida 0) (seguridad- ocupacional 0) (paz-social 0) (paisajístico 0))
T8	(actividad (tipo transformación) (nombre dragados))	(impacto (emisión-gases -2) (emisión- ruidos -2) (alteración-suelo 0) (residuos- solidos 0) (calidad-agua-superficial 5) (calidad-agua-sub 2) (cubierta-vegetal 0) (aves-peces -5) (especies-terrestres -2) (generación-empleo 2) (incremento- impuestos 0) (calidad-vida 0) (seguridad- ocupacional 0) (paz-social 0) (paisajístico 0))

T9	(actividad (tipo transformación) (nombre presas-embalses))	(impacto (emisión-gases -2) (emisión- ruidos -5) (alteración-suelo 0) (residuos- solidos -5) (calidad-agua-superficial 5) (calidad-agua-sub 5) (cubierta-vegetal 0) (aves-peces -5) (especies-terrestres 0) (generación-empleo 5) (incremento- impuestos -2) (calidad-vida 2) (seguridad-ocupacional 0) (paz-social 0) (paisajístico 0))
T10	(actividad (tipo transformación) (nombre diques-puertos))	(impacto (emisión-gases -5) (emisión- ruidos -5) (alteración-suelo 0) (residuos- solidos -5) (calidad-agua-superficial 5) (calidad-agua-sub 5) (cubierta-vegetal 0) (aves-peces -5) (especies-terrestres 0) (generación-empleo 5) (incremento- impuestos 0) (calidad-vida 5) (seguridad- ocupacional 0) (paz-social 2) (paisajístico 2))
T11	(actividad (tipo transformación) (nombre voladuras-perforac))	(impacto (emisión-gases -8) (emisión- ruidos -5) (alteración-suelo -5) (residuos- solidos -5) (calidad-agua-superficial -5) (calidad-agua-sub -5) (cubierta-vegetal - 8) (aves-peces 0) (especies-terrestres -5) (generación-empleo 0) (incremento- impuestos 0) (calidad-vida 0) (seguridad- ocupacional -5) (paz-social -5) (paisajístico -5))
T12	(actividad (tipo transformación) (nombre desmontes-rellenos))	(impacto (emisión-gases -2) (emisión- ruidos -2) (alteración-suelo -2) (residuos- solidos -8) (calidad-agua-superficial -5) (calidad-agua-sub 0) (cubierta-vegetal - 8) (aves-peces -5) (especies-terrestres -5) (generación-empleo 0) (incremento- impuestos 0) (calidad-vida 0) (seguridad- ocupacional -5) (paz-social -8) (paisajístico -5))

T13	(actividad (tipo transformación) (nombre tuneles-estructuras))	(impacto (emisión-gases -5) (emisión- ruidos -8) (alteración-suelo -8) (residuos- solidos -8) (calidad-agua-superficial 0) (calidad-agua-sub 5) (cubierta-vegetal - 2) (aves-peces 0) (especies-terrestres -2) (generación-empleo 5) (incremento- impuestos 0) (calidad-vida 0) (seguridad- ocupacional 0) (paz-social -2) (paisajístico 0))
E1	(actividad (tipo extracción) (nombre excavaciones-superficiales))	(impacto (emisión-gases -8) (emisión- ruidos -8) (alteración-suelo -5) (residuos- solidos -8) (calidad-agua-superficial -5) (calidad-agua-sub -5) (cubierta-vegetal - 8) (aves-peces 0) (especies-terrestres -2) (generación-empleo 8) (incremento- impuestos 0) (calidad-vida 0) (seguridad- ocupacional -5) (paz-social -8) (paisajístico -8))
E2	(actividad (tipo extracción) (nombre excavaciones-subterráneas))	(impacto (emisión-gases -2) (emisión- ruidos -8) (alteración-suelo -5) (residuos- solidos -5) (calidad-agua-superficial -5) (calidad-agua-sub -5) (cubierta-vegetal - 2) (aves-peces 0) (especies-terrestres -2) (generación-empleo 8) (incremento- impuestos 0) (calidad-vida 0) (seguridad- ocupacional -5) (paz-social -5) (paisajístico 0))
E3	(actividad (tipo extracción) (nombre pozos-fluidos))	(impacto (emisión-gases 0) (emisión- ruidos -8) (alteración-suelo -2) (residuos- solidos 0) (calidad-agua-superficial -2) (calidad-agua-sub -2) (cubierta-vegetal 0) (aves-peces -5) (especies-terrestres 0) (generación-empleo 5) (incremento- impuestos 0) (calidad-vida 0) (seguridad- ocupacional 0) (paz-social -5) (paisajístico 0))

E4	(actividad (tipo extracción) (nombre dragados-extractivos))	(impacto (emisión-gases 0) (emisión- ruidos 0) (alteración-suelo 0) (residuos- solidos 0) (calidad-agua-superficial 5) (calidad-agua-sub 0) (cubierta-vegetal 0) (aves-peces -8) (especies-terrestres -2) (generación-empleo 5) (incremento- impuestos 0) (calidad-vida 0) (seguridad- ocupacional 0) (paz-social -2) (paisajístico 0))
E5	(actividad (tipo extracción) (nombre exploración-forestal))	(impacto (emisión-gases 0) (emisión- ruidos 0) (alteración-suelo 0) (residuos- solidos 0) (calidad-agua-superficial 0) (calidad-agua-sub 0) (cubierta-vegetal - 8) (aves-peces -8) (especies-terrestres -8) (generación-empleo 2) (incremento- impuestos 0) (calidad-vida -5) (seguridad-ocupacional 0) (paz-social -8) (paisajístico 5))
E6	(actividad (tipo extracción) (nombre caza-animales))	(impacto (emisión-gases 0) (emisión- ruidos 0) (alteración-suelo 0) (residuos- solidos 0) (calidad-agua-superficial 0) (calidad-agua-sub 0) (cubierta-vegetal - 2) (aves-peces -8) (especies-terrestres -8) (generación-empleo 2) (incremento- impuestos 0) (calidad-vida -5) (seguridad-ocupacional 0) (paz-social -5) (paisajístico 5))

Tabla 5.23 Reglas para Determinar el Impacto

Fuente: Elaboración Propia

C.2. Reglas para Determinar Influencia del Entorno

De igual forma, ahora a partir de la línea base determinada por el proyecto, se procede a determinar cómo los factores naturales brindan una mayor importancia a los elementos vulnerables. La escala para determinar la importancia de un elemento es de 1(irrelevante) a 10 (muy importante). Esta escala solo contempla valores positivos.

Código	Precedente	Consecuente
P1	(proyecto (caudal moderadallalta)) (proyecto (poblacion significativa))	(impacto (calidad-agua-superficial -2))
P2	(proyecto (caudal baja)) (proyecto (poblacion significativa))	(impacto (calidad-agua-superficial -1))
P3	(proyecto (fuente-subterranea si)) (proyecto (poblacion significativa))	(impacto (calidad-agua-sub -2))
P4	(proyecto (poblacion significativa))	(impacto (calidad-vida -2) (seguridad-ocupacional 2))
P5	(proyecto (areas-protégidas > 1))	(impacto (aves-peces -5) (especies-terrestres -5))
P6	(proyecto (ecosistemas-fragiles > 1))	(impacto (aves-peces -5) (especies-terrestres -5))

Tabla 5.24 Reglas para Determinar la Importancia

Fuente: Elaboración Propia

C.3. Reglas para Determinar Indicadores y Valoración Final

Con los dos pasos anteriores quedan determinados el impacto de los factores vulnerables para el proyecto. Debemos sumar todos los impactos obtenidos para obtener un total por factor (se puede ver este proceso en la regla RI1):

$$\text{Impacto Real} = \text{Sumatoria (Impacto * Factor)}$$

Con esto ya tenemos nuestros indicadores por factor que mostraremos como parte de la plataforma.

Código	Precedente	Consecuente
RI1	(impacto (emisión-gases ?a) (emisión-ruídos ?b) (alteración-suelos ?c) (residuos-sólidos ?d) (calidad-agua-superficial ?e) (calidad-agua-sub ?f) (cubierta-vegetal ?g) (aves-peces ?h) (especies-terrestres ?i) (generación-empleo ?j) (incremento-impuestos ?k) (calidad-vida ?l) (seguridad-ocupacional ?m) (paz-social ?o) (paisajístico ?p)) (impacto (emisión-gases ?A) (emisión-ruídos ?B) (alteración-suelos ?C) (residuos-sólidos ?D) (calidad-agua-superficial ?E) (calidad-	Remove r1 Remove r2 (impacto (emisión-gases ?a+?A) (emisión-ruídos ?b+?B) (alteración-suelos ?c+?C) (residuos-sólidos ?d+?D) (calidad-agua-superficial ?e+?E) (calidad-agua-sub ?f+?F) (cubierta-vegetal ?g+?G) (aves-peces ?h+?H) (especies-terrestres ?i+?I) (generación-empleo ?j+?J) (incremento-impuestos ?k+?K)

agua-sub ?F) (cubierta-vegetal ?G) (aves- peces ?H) (especies-terrestres ?I) (generación-empleo ?J) (incremento- impuestos ?K) (calidad-vida ?L) (seguridad- ocupacional ?M) (paz-social ?N) (paisajístico ?P))	(calidad-vida ?l+?L) (seguridad- ocupacional ?m+?M) (paz-social ?o+?O) (paisajístico ?p+?P))
--	--

Tabla 5.25 Reglas para Determinar Indicadores y Valoración Final

Fuente: Elaboración Propia

5.3. Ejemplo de Uso de Sistema Experto sobre Caso Práctico

En el Aporte Teórico se presentó un caso práctico, con el cual, a lo largo de este capítulo se ejemplificaría cada uno de los pasos de la implementación de la solución. Iniciemos con el desarrollo del sistema experto. Previamente, se han determinado las reglas del sistema. Entonces, la empresa Southern Perú ingreso los siguientes hechos sobre su proyecto Ampliación Toquepala: su actividad de transformación principal son los túneles subterráneos y su actividad de extracción principal son las excavaciones subterráneas. Además, la zona de la exploración cuenta con un río de caudal bajo y con una población mayor a los 50 habitantes por kilómetro cuadrado. La memoria activa iniciaría con lo siguiente:

Memoria Activa

F1: (actividad (tipo extracción) (nombre excavaciones-subterranas))

F2: (actividad (tipo transformación) (nombre tuneles-subterranos))

F3:(proyecto (caudal baja))

F4:(proyecto (poblacion significativa))

Luego de la ejecución del motor de inferencia, con el hecho F1 se activa la regla E2:

E2: **SI** (actividad (tipo extracción) (nombre excavaciones-subterranas)) **ENTONCES** (impacto (emisión-gases -2) (emisión-ruídos -8) (alteración-suelo -5) (residuos-sólidos -5) (calidad-agua-superficial -5) (calidad-agua-sub -5) (cubierta-vegetal -2) (aves-peces 0) (especies-terrestres -2) (generación-empleo 8) (incremento-impuestos 0) (calidad-vida 0) (seguridad-ocupacional -5) (paz-social -5) (paisajístico 0))

Con el hecho F2 se activa la regla T2:

T2: **SI** :(actividad (tipo transformación) (nombre tuneles-subterráneos)) **ENTONCES** (impacto (emisión-gases -8) (emisión-ruídos -8) (alteración-suelos -8) (residuos-sólidos -8) (calidad-agua-superficial -5) (calidad-agua-sub 0) (cubierta-vegetal -8) (aves-peces -8) (especies-terrestres -5) (generación-empleo 8) (incremento-impuestos 0) (calidad-vida 2) (seguridad-ocupacional -5) (paz-social -5) (paisajístico -8))

Con el hecho F3 y F4 se activa la regla P2:

P2: **SI** (proyecto (caudal baja)) **Y** (proyecto (población significativa)) **ENTONCES** (impacto (calidad-agua-superficial -1))

Tendríamos hasta ese momento en la memoria activa:

Memoria Activa

F1: (actividad (tipo extracción) (nombre excavaciones-subterráneas))

F2: (actividad (tipo transformación) (nombre tuneles-subterráneos))

F3:(proyecto (caudal baja))

F4:(proyecto (población significativa))

F5: (impacto (emisión-gases -2) (emisión-ruídos -8) (alteración-suelo -5) (residuos-sólidos -5) (calidad-agua-superficial -5) (calidad-agua-sub -5) (cubierta-vegetal -2) (aves-peces 0) (especies-terrestres -2) (generación-empleo 8) (incremento-impuestos 0) (calidad-vida 0) (seguridad-ocupacional -5) (paz-social -5) (paisajístico 0))

F6: (impacto (emisión-gases -8) (emisión-ruídos -8) (alteración-suelos -8) (residuos-sólidos -8) (calidad-agua-superficial -5) (calidad-agua-sub 0) (cubierta-vegetal -8) (aves-peces -8) (especies-terrestres -5) (generación-empleo 8) (incremento-impuestos 0) (calidad-vida 2) (seguridad-ocupacional -5) (paz-social -5) (paisajístico -8))

F7: (impacto (calidad-agua-superficial -1))

Pero al tener más de un impacto sobre el ecosistema circundante (hechos que inician con impacto) se desencadena la regla de acumulación de impacto que se ejecuta tantas veces como hechos de impacto existan, obteniéndose finalmente el impacto total del proyecto:

Memoria Activa

F1: (actividad (tipo extracción) (nombre excavaciones-subterráneas))

F2: (actividad (tipo transformación) (nombre tuneles-subterráneos))

...

F8: (impacto (emisión-gases -10) (emisión-ruídos -16) (alteración-suelos -13) (residuos-sólidos -13) (calidad-agua-superficial -11) (calidad-agua-sub -5) (cubierta-vegetal -10) (aves-peces -8) (especies-terrestres -7) (generación-empleo 16) (incremento-impuestos 0) (calidad-vida 2) (seguridad-ocupacional -10) (paz-social -10) (paisajístico -8))

Mediante el método de explicaciones sabemos que aquellos impactos mayores a -10 se consideran MUY ALTOS, por tanto, podemos decir que el proyecto afectará significativamente aspectos como la contaminación acústica y la producción de residuos sólidos.

5.4. Análisis de Modelo de Sentimientos

5.4.1. Definición de Entidades

En primer lugar, nos basaremos en el análisis previo realizado en CommonKads para determinar el modelo de dominio y definiremos las entidades principales, las cuales serán nuestras entradas del diccionario. En el marco teórico se presentó un ejemplo de entidad, al cual en análisis de datos se le considera el foco de un patrón (u expresión).

Forma o Entidad	Tipo	Tipo de Ontología
Empresa	Entidad	Compañía
Empresario	Entidad	Persona
Minería	Concepto	Actividad
Poblador	Entidad	Persona
Proyecto	Entidad	Producto

Tabla 5.26 Entidades del modelo

Fuente: Elaboración Propia

Una ontología es una definición formal de tipos, propiedades, y relaciones entre entidades que realmente o fundamentalmente existen para un dominio de discusión en particular. Cada una de las entidades que hemos definido pertenece a un grupo semántico o tipo de ontología. Visto de otra forma, nuestras entidades forman el siguiente árbol ontológico:

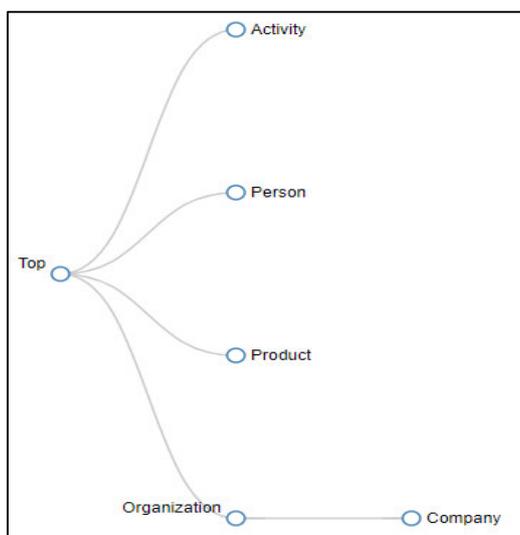


Figura 5.4 Árbol Ontológico

Fuente: Elaboración Propia vía MeaningCloud

5.4.2. Definición de Modelo de Sentimientos

Una vez definido el listado de entidades, se procede a establecer los modificadores y calificativo. Un calificativo determina la polaridad de una entidad o foco a la cual afecta, por ejemplo, un adjetivo. La polaridad de un calificativo puede ser definido como:

- P+: muy positivo
- P: positivo
- S: neutral
- N: negativo
- N+: muy negativo

Por su parte un modificador afecta a un calificativo, aumentando o disminuyendo su intensidad. Por ejemplo, un adverbio. La polaridad de un modificador puede ser definido como:

- ++: aumenta mucho la intensidad
- +: aumenta la intensidad
- =: no afecta al calificativo
- -: disminuye la intensidad
- --: disminuye mucho la intensidad

La herramienta que utilizaremos tiene un inventario amplio de modificadores y calificativos del idioma español, sin embargo, debemos definir aquellos que son propios de nuestro dominio o de mayor uso. Se identificaron los siguientes:

Forma o Entidad	Tipo	Valor
Amigable	Calificativo	P
Beneficioso	Calificativo	P
Con visión al futuro	Calificativo	P
Demasiado	Modificador	++
Destructivo	Calificativo	N+
Ecoamigable	Calificativo	P+
Eficiente	Calificativo	P+
Energía renovable	Calificativo	P+
Equidad social	Calificativo	P+
Gustar	Calificativo	P
Improductivo	Calificativo	N+
Innecesario	Calificativo	N+
Innovador	Calificativo	P+
Insostenible	Calificativo	N

Irresponsable	Calificativo	N
Menos	Modificador	=
No	Modificador	N
Perjuicio	Calificativo	N
Posible	Calificativo	S
Responsable	Calificativo	P
Riesgoso	Calificativo	N
Sostenible	Calificativo	P+
Viable	Calificativo	P

Tabla 5.27 Modelo de Sentimientos

Fuente: Elaboración Propia

5.5. Ejemplo de Uso de Análisis de Sentimientos sobre Caso Práctico

Continuando con el caso práctico, el poblador accede al resumen generado previamente con el sistema experto y se entera que el proyecto afectará significativamente la calidad del suelo de la zona en la cual desarrolla actividades agrícolas. El procede a hacer el siguiente comentario:

“No es posible que estén desarrollando este proyecto en un área de agricultura. Generarán daños irreparables para los agricultores.”

Luego de analizar el comentario de este poblador, se obtiene lo siguiente:

Polaridad: N+ Confiabilidad: 0.97

El análisis arroja una confiabilidad bastante alta, lo cual nos da confianza para considerar la opinión para activar acciones. Al tener una polaridad muy negativa (N+) se procede a enviar un correo automático a la empresa para que esta pueda acercarse de inmediato a la persona y aclarar sus dudas y miedos.

Además de la notificación, los datos adicionales del análisis como las entidades u objetivos se almacenan dentro de una unidad de análisis para que la empresa pueda revisarlos posteriormente, por ejemplo, para determinar cuáles son los tópicos que más le preocupan a los pobladores; en este caso, la agricultura.

5.6. Análisis de la Solución mediante el Modelo de Casos de Uso

Si bien es cierto la metodología CommonKADS nos ha permitido elaborar la base del análisis y diseño del sistema experto, la plataforma a desarrollar tiene otra serie de funcionalidades y componentes que requieren una revisión más profunda. Para ello, en esta sección se utilizarán algunos de los modelos propuestos por el Proceso Unificado de Desarrollo de Software.

En primer lugar, vamos a identificar los requisitos funcionales de la solución. Los requerimientos y actores se representan mediante un diagrama de casos de uso que se muestra a continuación:

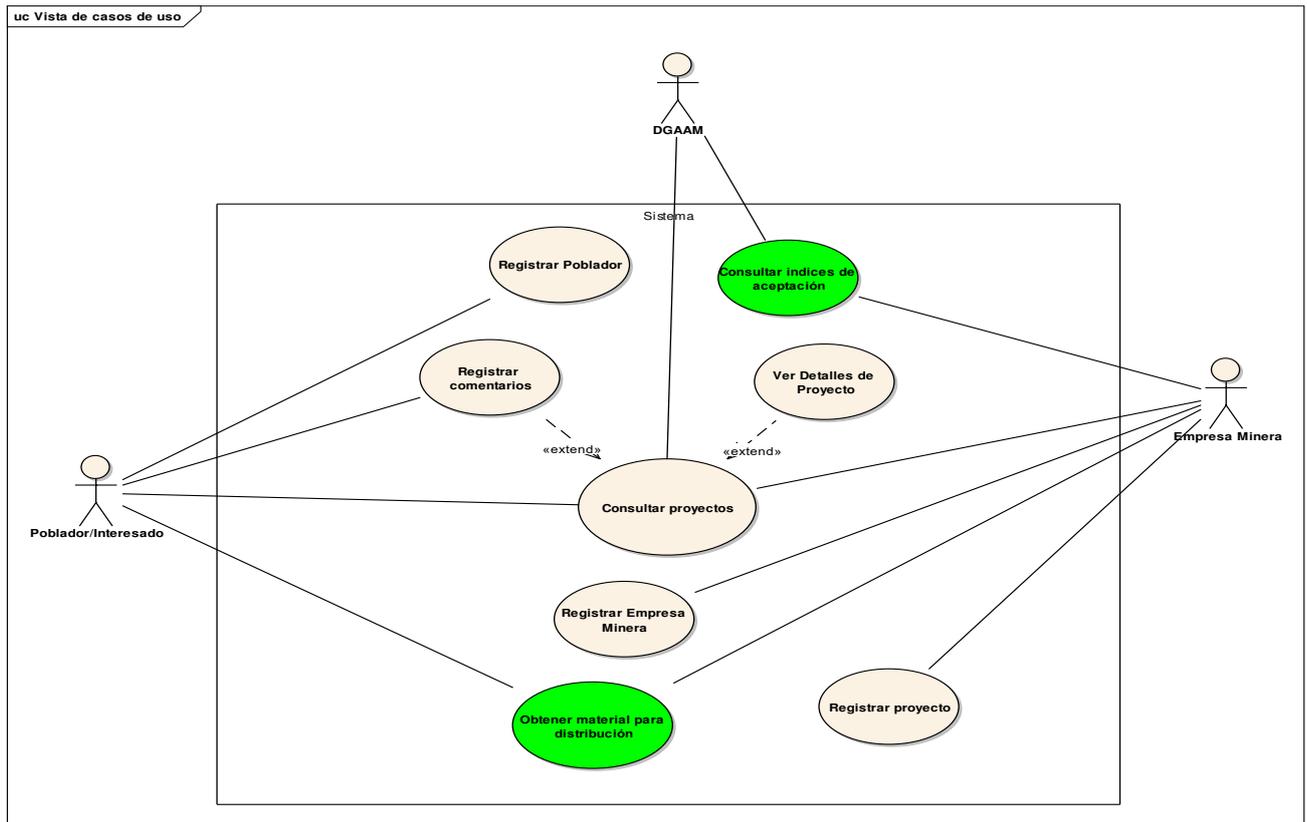


Figura 5.5 Modelo de Casos de Uso

Fuente: Elaboración Propia

5.6.1. Actores

Son aquellos que interactúan con el sistema y que esperan que el sistema cumpla con alguna tarea o funcionalidad que requieren.

Actores	
Nombre	Descripción
Poblador/Interesado	Se trata de toda aquella persona que esté interesada en conocer la situación actual de un proyecto minero en términos ambientales y sociales. Puede ser: un poblador de las zonas aledañas, un comerciante, un empresario, etc.
Empresa Minera	Es una empresa que realiza proyectos mineros en nuestro país. Su principal interés es conocer la opinión de los pobladores que habitan en o cerca de las áreas de exploración.
DGAAM	Es la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros. Tiene como principal función la evaluación de los proyectos mineros, por lo que le interesa conocer el detalle de las exploraciones y la respuesta social de los pobladores del área afectada.

Figura 5.6 Actores

Fuente: Elaboración Propia

5.6.2. Casos de Uso

En base al diagrama de casos de uso, procedemos con la especificación de cada uno de ellos.

5.6.2.1. Casos de Uso Principales

Los casos de uso principales son aquellos que representan a los requerimientos primarios de la solución, es decir, que constituyen un requerimiento funcional básico:

- Consultar proyectos.
- Ver detalles de proyectos.
- Registrar comentarios.
- Registrar poblador.
- Registrar empresa minera.
- Registrar proyecto minero.

Nombre:	Consultar Proyectos.
Objetivo:	Filtrar aquellos proyectos que cumplen con una serie de características.
Descripción breve:	
Inicio:	El usuario ingresa y utiliza los filtros de consulta.
Fin:	Se visualiza el listado de proyectos que se ajustan a los filtros aplicados.
Actor:	El Poblador, la Empresa Minera o el DGAAM.
Precondición:	El usuario ingresó al sistema con uno de los perfiles permitidos.
Flujo básico:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. El caso de uso comienza cuando el usuario utiliza el panel de búsqueda de proyectos. 2. El usuario ingresa los parámetros de búsqueda que desea. 3. El usuario hace clic en el botón Buscar. 4. El sistema muestra un listado de proyectos que se ajustan a los parámetros de búsqueda. 	
Flujo alternativo:	
<ul style="list-style-type: none"> • En el paso 2, de no ser suficientes los filtros que se presentan por defecto, el usuario puede elegir en el menú de la parte superior un bloque de filtros adicional. 	
Prototipo:	

Tabla 5.28 CUS Consultar Proyectos

Fuente: Elaboración Propia

Nombre:	Ver Detalles de Proyecto.
Objetivo:	Visualizar los datos más importantes de un proyecto.
Descripción breve:	
Inicio:	El usuario hace clic sobre uno de los proyectos de la lista de resultados del filtro.
Fin:	Se visualiza el detalle del proyecto seleccionado.
Actor:	El Poblador, la Empresa Minera o el DGAAM.
Precondición:	El usuario aplicó los filtros del panel de búsqueda y obtuvo una lista de resultados (al menos uno).
Flujo básico:	
<ol style="list-style-type: none"> El caso de uso comienza cuando el usuario hace doble clic sobre uno de los proyectos que obtuvo a partir de la aplicación de los filtros de búsqueda. <ul style="list-style-type: none"> El sistema muestra del lado izquierdo un indicador de aceptación del proyecto, y en la parte principal de la pantalla la ubicación en el mapa y los detalles más generales del proyecto divididos en cuatro bloques: a) Datos Generales: Incluye el nombre del proyecto, empresa a cargo, ubicación, tamaño del proyecto y metales extraídos. b) Impacto Biológico: Incluye el nivel de daño a flora y fauna. c) Impacto Físico: Nivel de daño en agua, suelo y aire. d) Impacto Social: Muestra el impacto económico y social del proyecto. El usuario puede hacer doble clic para visualizar otro proyecto. Regresa al paso 2. Caso contrario, termina el caso de uso. 	
Flujo alternativo:	
Ver Opiniones	
En el paso 3, si el usuario desea ver los comentarios y valoraciones de otros usuarios:	
<ol style="list-style-type: none"> El usuario hace clic en “Ver opiniones” del panel del lado izquierdo. El sistema despliega los comentarios y muestra un campo para que el usuario pueda ingresar su opinión. Si el usuario lo desea, puede ingresar un comentario (ir al Caso de Uso Registrar Comentarios). Continúa con el flujo principal. 	
Prototipo:	

Tabla 5.29 CUS Ver Detalle de Proyecto

Fuente: Elaboración Propia

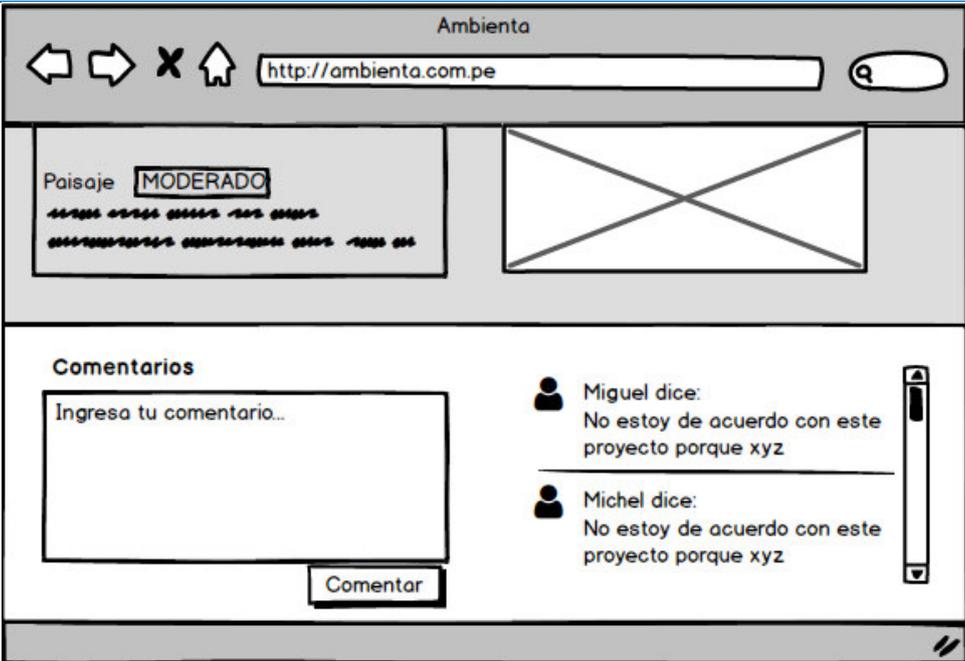
Nombre:	Registrar Comentarios.
Objetivo:	Registrar comentarios con respecto a un proyecto minero.
Descripción breve:	
Inicio:	El usuario ingreso a ver el detalle de un proyecto y hace clic en Ver Opiniones.
Fin:	Se ha registrado un comentario al proyecto.
Actor:	El Poblador.
Precondición:	El usuario aplicó los filtros del panel de búsqueda y obtuvo una lista de resultados (al menos uno). Ingresó a uno de los proyectos.
Flujo básico:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. El caso de uso comienza cuando el usuario ingresa a un proyecto y hace clic en Ver Opiniones. 2. El sistema despliega los comentarios que otros usuarios han comentado. Muestra adicionalmente una puntuación vacía y un cuadro de texto para ingresar un comentario. 3. El usuario selecciona una escala en la puntuación de estrellas. 4. El usuario ingresa un comentario (opcional). 5. El usuario hace clic en “Publicar”. 6. El sistema coloca el comentario en la parte superior de la lista. 7. El caso de uso termina. 	
Flujo alternativo:	
Sin Calificación	
En el paso 5, si el usuario no ingresa la puntuación:	
<ol style="list-style-type: none"> 6. El sistema muestra un mensaje de error, solicitando que se ingrese la puntuación. 7. El usuario ingresa la puntuación. 8. Continúa el paso 5 del flujo básico. 	
Cancelar	
A partir del paso 3, el usuario tiene la posibilidad de cancelar el registro. El caso de uso termina.	
Prototipo:	
 <p>The wireframe shows a browser window titled 'Ambienta' with the URL 'http://ambienta.com.pe'. The page content includes a 'Paisaje MODERADO' filter, a comment input field with the placeholder 'Ingresa tu comentario...', and a 'Comentarios' section. The comments section displays two entries: 'Miguel dice: No estoy de acuerdo con este proyecto porque xyz' and 'Michel dice: No estoy de acuerdo con este proyecto porque xyz'. A 'Comentar' button is located below the input field.</p>	

Tabla 5.30 CUS Registrar Comentarios

Fuente: Elaboración Propia

Nombre:	Registrar Poblador
Objetivo:	Registrar a un poblador en el sistema para permitir suscripción a alertas ambientales.
Descripción breve:	
Inicio:	El usuario ingresó a la página principal o de Participación Ciudadana y hace clic en el enlace para registrarse.
Fin:	Se ha registrado al usuario en el sistema y se le han generado el usuario y contraseña, enviándole un correo.
Actor:	El Poblador.
Precondición:	El usuario no ha ingresado mediante el login.
Flujo básico:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. El caso de uso comienza cuando el usuario hace clic en la opción Registrarse. 2. El sistema muestra el formulario en el cual el usuario debe ingresar: <ul style="list-style-type: none"> • Nombres, apellidos, fecha de nacimiento, sexo, dirección, departamento, provincia y distrito • Indicar si le interesa la información asociada a su zona u otras zonas. • Indicar si se desea la suscripción a notificaciones de nuevos proyectos o alertas en la zona de interés. 3. El usuario ingresa los datos solicitados por el sistema. 4. El usuario hace clic en Registrar. 5. El sistema envía un correo de confirmación al usuario con sus datos de acceso. 6. El sistema muestra la página de login. 7. El caso de uso termina. 	
Flujo alternativo:	
Zonas Adicionales	
En el paso 2, si el usuario selecciona la opción Interesado en otras zonas:	
<ol style="list-style-type: none"> 3. El usuario hace clic en el botón Ver Adicionales. 4. El sistema muestra un nuevo panel. 5. El usuario ingresa las zonas adicionales. 6. El usuario hace clic en el botón Aceptar. 7. El sistema oculta el panel y se muestra nuevamente el formulario de registro. 8. Se continua con el paso 3 del flujo principal. 	
Cancelar	
A partir del paso 3, el usuario tiene la posibilidad de cancelar el registro haciendo clic en dicho botón. El caso de uso termina.	
Prototipo:	

Tabla 5.31 CUS Registrar Poblador

Nombre:	Registrar empresa minera.
Objetivo:	Registrar a una empresa minera en el sistema para que pueda ingresar información respecto a sus proyectos.
Descripción breve:	
Inicio:	El usuario ingresó a la página principal o de Empresa Minera y hace clic en el enlace para registrarse.
Fin:	Se ha registrado al usuario en el sistema y se le han generado el usuario y contraseña, enviándole un correo.
Actor:	La Empresa Minera.
Precondición:	El usuario ingresó a la página principal o de Empresa Minera y no ha ingresado mediante el login.
Flujo básico:	
<p>8. El caso de uso comienza cuando el usuario hace clic en la opción Registrarse.</p> <p>9. El sistema muestra el formulario en el cual el usuario debe ingresar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Razón Social de la Empresa • Número de RUC • Dirección • Departamento, Provincia y Distrito • Correo institucional <p>10. El usuario ingresa los datos solicitados por el sistema.</p> <p>11. El usuario hace clic en Registrar.</p> <p>12. El sistema envía un correo de confirmación al usuario con sus datos de acceso.</p> <p>13. El sistema muestra la página de login.</p> <p>14. El caso de uso termina.</p>	
Flujo alternativo:	
No hay flujos alternativos para este caso de uso.	
Prototipo:	

Tabla 5.32 CUS Registrar empresa minera

Fuente: Elaboración Propia

Nombre:	Registrar proyecto minero.
Objetivo:	Registrar un nuevo proyecto minero en la plataforma y proceder con su procesamiento para la obtención del resumen.
Descripción breve:	
Inicio:	El usuario ingresó al sistema y hace clic en Registro de Proyectos.
Fin:	Se ha registrado el proyecto en el sistema y se ha realizado el análisis y obtención de resumen e indicadores mediante el sistema experto.
Actor:	La Empresa Minera.
Precondición:	El usuario ingresó a la página con el perfil de Empresa Minera.
Flujo básico:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. El caso de uso comienza cuando el usuario hace clic en Registro de Proyectos. 2. El sistema muestra el formulario en el cual el usuario debe ingresar: <ul style="list-style-type: none"> • Datos Generales del Proyectos • Datos sobre la Línea Base del Proyecto • Datos sobre las Actividades a Realizarse en el Proyecto • Otros datos relevantes 3. El usuario ingresa los datos solicitados por el sistema. 4. El usuario hace clic en Registrar. 5. El sistema procede a enviar los datos al motor de inferencia del sistema experto. 6. El sistema obtiene los resultados del procesamiento. 7. El sistema muestra un mensaje notificando el correcto registro y procesamiento de la información. 8. El caso de uso termina. 	
Flujo alternativo:	
Ver Resultado de Procesamiento	
<p>En el paso 7, el sistema muestra un botón adicional para ver la forma en la que se muestra el proyecto a los pobladores:</p> <ol style="list-style-type: none"> 8. El usuario hace clic en Ver Proyecto como Poblador. 9. El sistema redirecciona a la página de búsqueda de proyectos y muestra el proyecto que se acaba de cargar. 10. El usuario hace clic en Ir a Perfil para regresar a la página anterior. 11. El caso de uso termina. 	
Prototipo:	

Tabla 5.33 CUS Registrar proyecto minero

5.6.2.2. Casos de Uso de Reporte

A continuación, se presentan aquellos casos de usos que tiene como función obtener un reporte o documento en base a información solicitada por el usuario. El detalle de los documentos de salida obtenidos a partir de esta sección, se presenta en Formatos de Salidas.

Nombre:	Obtener material para distribución.
Objetivo:	Generar documento que contenga los datos de la evaluación de un proyecto y puedan ser impresos y distribuidos entre pobladores que no tienen acceso a Internet.
Descripción breve:	
Inicio:	El usuario hace clic en Obtener Material para Distribución.
Fin:	El sistema ha generado un documento PDF que contiene la información completa de un proyecto minero.
Actor:	El Poblador/Interesado y la Empresa Minera.
Precondición:	El usuario ingresó a la página con el perfil de Poblador/Interesado o Empresa Minera.
Flujo básico:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. El caso de uso comienza cuando el usuario hace clic en Obtener Material para Distribución en un proyecto minero. 2. El sistema muestra un panel en donde solicita que se elija entre material completo (informe) y material resumido. 3. El usuario selecciona la opción deseada. 4. El usuario hace clic en Generar. 5. El sistema genera el documento y automáticamente inicia su descarga. 6. El caso de uso termina. 	
Flujo alternativo:	
No hay flujos alternativos para este caso de uso.	
Prototipo:	

Tabla 5.34 CUS Obtener material para distribución

Nombre:	Consultar índices de aceptación.																								
Objetivo:	Visualizar un listado de proyectos y sus respectivos índices de aceptación y tener la posibilidad de exportarlo.																								
Descripción breve:																									
Inicio:	El usuario hace clic en Ver Indicadores.																								
Fin:	El sistema ha visualizado los índices de aceptación de los proyectos filtrados y/o generado un documento PDF que contiene dicha información.																								
Actor:	La Empresa Minera y el DGAAM.																								
Precondición:	El usuario ingresó a la página con el perfil de Empresa Minera o DGAAM.																								
Flujo básico:																									
<ol style="list-style-type: none"> 1. El caso de uso comienza cuando el usuario hace clic en Ver Indicadores. 2. El sistema muestra: <ul style="list-style-type: none"> • Un cuadro resumen de proyectos según su nivel de aceptación. • Un cuadro con los 5 proyectos de mayor desaprobación. 3. El usuario hace clic en el botón Exportar a PDF. 4. El sistema genera el documento y automáticamente inicia su descarga. 5. El caso de uso termina. 																									
Flujo alternativo:																									
No hay flujos alternativos para este caso de uso.																									
Prototipo:																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Proyecto</th> <th>Zona</th> <th>Nivel de Desaprobación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Cerro Borito</td> <td>Arequipa</td> <td>Muy Alto</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Sacha</td> <td>Arequipa</td> <td>Alto</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Magnolia Alta</td> <td>Cajamarca</td> <td>Alto</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Monte Blanco</td> <td>Cajamarca</td> <td>Alto</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Inti</td> <td>Huancavelica</td> <td>Moderado</td> </tr> </tbody> </table>		N°	Proyecto	Zona	Nivel de Desaprobación	1	Cerro Borito	Arequipa	Muy Alto	2	Sacha	Arequipa	Alto	3	Magnolia Alta	Cajamarca	Alto	4	Monte Blanco	Cajamarca	Alto	5	Inti	Huancavelica	Moderado
N°	Proyecto	Zona	Nivel de Desaprobación																						
1	Cerro Borito	Arequipa	Muy Alto																						
2	Sacha	Arequipa	Alto																						
3	Magnolia Alta	Cajamarca	Alto																						
4	Monte Blanco	Cajamarca	Alto																						
5	Inti	Huancavelica	Moderado																						

Tabla 5.35 CUS Consultar índices de aceptación

Fuente: Elaboración Propia

5.7. Requerimiento No Funcionales

Además de los requerimientos funcionales que han sido reflejados en los casos de uso, se desea que la solución construida cuente con los siguientes aspectos de calidad:

Atributo	Descripción	Medida
Desempeño	El sistema debe tener un tiempo de respuesta corto, para que el poblador no pierda el interés en usar la plataforma.	Tiempo de respuesta de cada petición < 3s
Disponibilidad	El sistema debe estar siempre disponible para que los usuarios puedan revisar y comentar la información presente en él.	Horas de disponibilidad del sistema = 24 horas
Mantenibilidad	Dado que los marcos legales cambian constantemente, debe ser simple el proceso de modificación de las reglas del sistema experto.	# de clases a modificar en caso de cambio en reglas = 1
Seguridad	El sistema debe tener un sistema de autenticación para todos los perfiles de usuario, aunque debe permitir un modo de usuario “anónimo” ya que la información de los proyectos es de carácter público.	Modos de autenticación = 2 - Anónimo: Sólo visualiza - Autenticado: Interactúa

Tabla 5.36 Requerimientos No Funcionales

Fuente: Elaboración Propia

5.8. Diseño de la Solución

Una vez determinados la funcionalidad que se espera de la solución (¿qué se va a construir?) procedemos a describir la forma en la cual se construirá (¿cómo se va a construir?); esta etapa constituye el diseño. En base a lo determinado en la sección anterior, el diseño de nuestra solución se detalla a continuación:

5.8.1. Arquitectura Lógica

Nuestra solución está constituida por un único sistema (no contará con subsistemas). Seguirá el modelo de 3 capas: Interfaz Gráfica, Lógica de Negocio y Persistencia.

- **Interfaz Gráfica (UI):** Contiene las páginas HTML que se le mostrarán finalmente al usuario. Incluye las hojas de estilos (CSS) y scripts (JavaScript) que se aplicarán sobre ellas. También contiene los ManagedBeans, que hará el rol de intermediario entre la capa UI y la de Servicios.

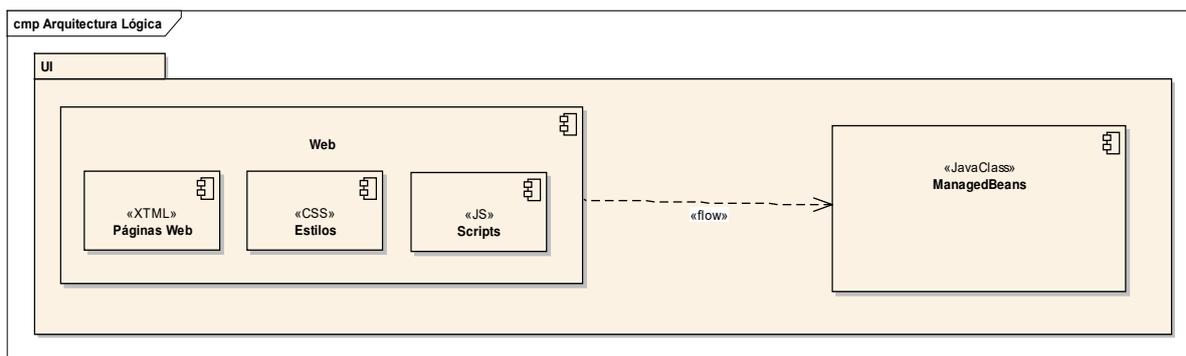


Figura 5.7 Interfaz Gráfica - Arquitectura Lógica

- **Lógica de Negocio:** En esta capa encontraremos el corazón de la funcionalidad de la solución. Está constituido por:
 - **Servicios**
 - **Services:** Son las interfaces que permitirán acceder a las funcionalidades. Está basado en una arquitectura orientada a servicios (SOA), facilitando en un futuro la reusabilidad de los métodos implementados.
 - **Services Implementados:** Son las clases de negocio propiamente dichas, contienen la lógica necesaria para realizar las operaciones requeridas por el usuario, como el registro de proyectos o de usuarios. Incluye los servicios que se relacionan al sistema experto, utilizados en el procesamiento de los estudios de impacto ambiental.
 - **Sistema Experto:** Constituido por el motor de inferencia y la base de conocimiento (reglas).
 - **Validators:** Clases que facilitarán la validación de la información ingresada por el usuario antes de proceder con alguna acción.

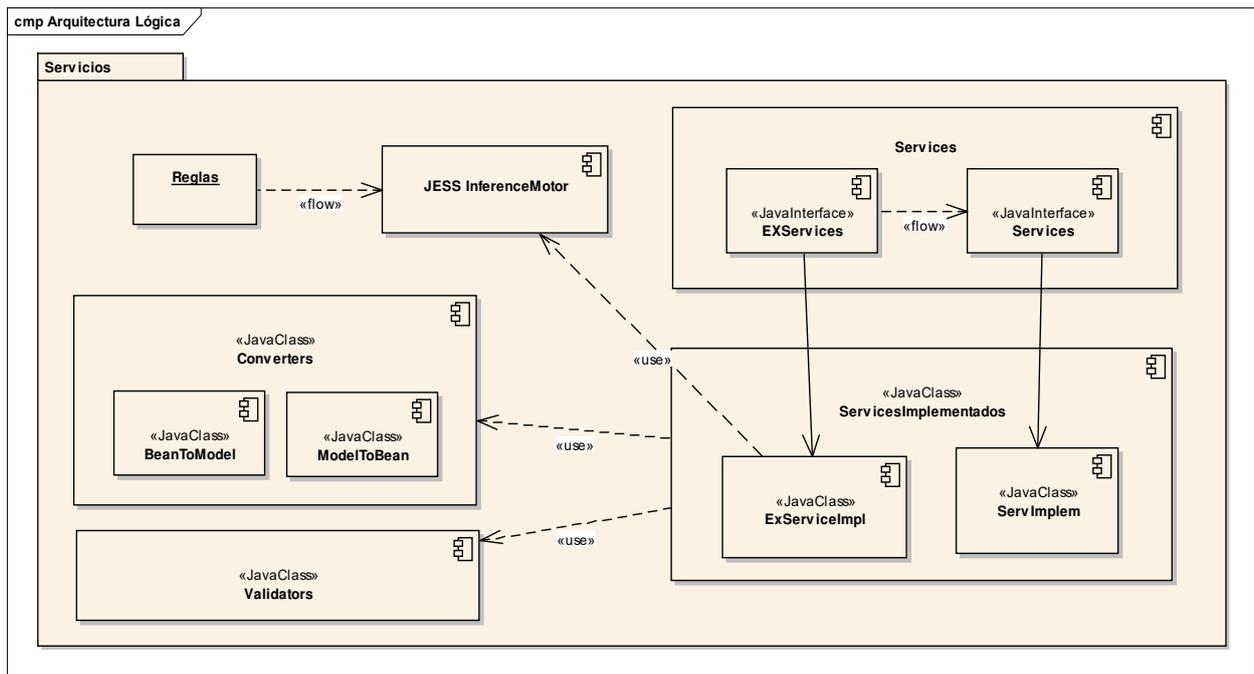


Figura 5.8 Servicios - Arquitectura Lógica

- Datos
 - Modelo: Contiene todas aquellas clases mapeadas en la Base de Datos.
 - Bean: Contiene todos aquellos JavaBean que se utilizarán para gestionar la información que fluye en el proceso.
 - DAO: Contiene una serie de clases que permitirán la ejecución de operaciones en la base de datos.

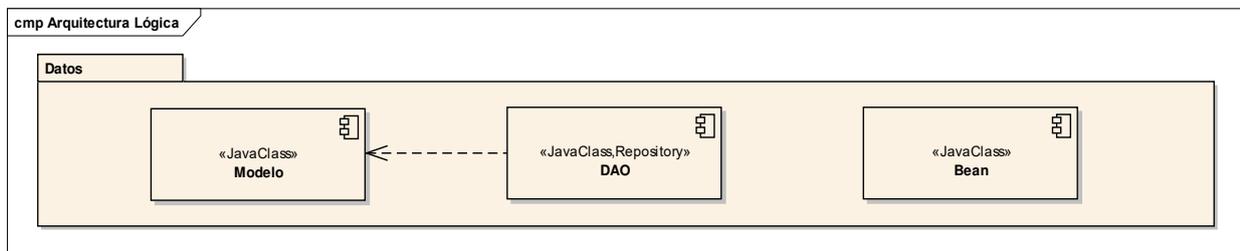


Figura 5.9 Datos - Arquitectura Lógica

- Persistencia: Representado por el gestor y la base de datos MySQL.

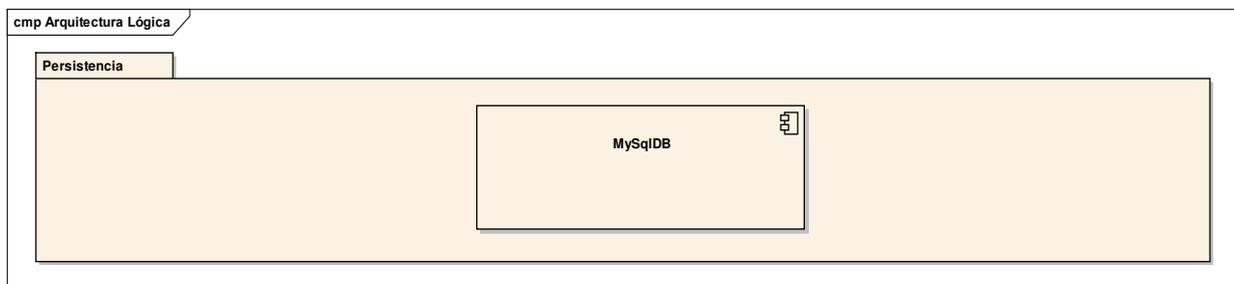


Figura 5.10 Persistencia - Arquitectura Lógica

El diagrama general y relaciones entre capas se puede visualizar en la siguiente gráfica:

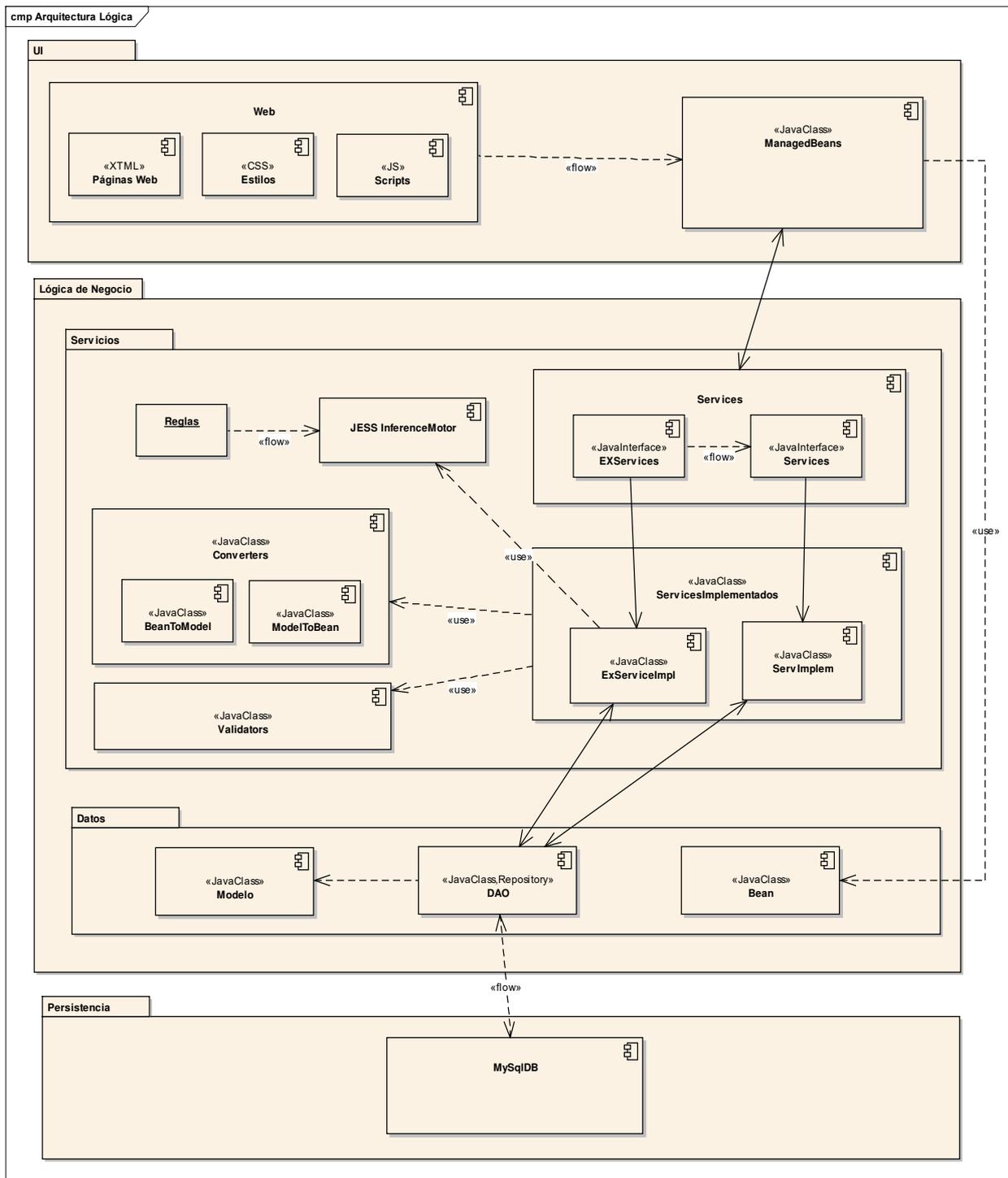


Figura 5.11 Arquitectura Lógica

5.8.2. Arquitectura Física

En la arquitectura física podremos visualizar la manera en la cual se desplegará la solución en un ambiente de producción. Dado el tipo de sistema a desarrollar, seguiremos la siguiente arquitectura, que puede verse gráficamente en la Figura 4.12:

- **Cliente:** Representa el equipo del usuario final. Dada la variedad de usuarios que utilizarán la plataforma, no podemos predecir el tipo de equipo, sistema operativo o navegador que usarán; de allí la importancia de evitar estilos o efectos que no sean soportados por la mayoría de navegadores.

- **Servicio Cloud Amazon Web Services:** Es aquel que aloja la lógica de negocio (servicios y otros) que utiliza nuestra página. A este nivel usaremos los siguientes componentes:
 - **EC2 Instance:** El servicio de máquinas virtuales de Amazon. En este trabajo se usa una instancia t2.micro que contendrá nuestra aplicación en un contenedor de Docker. Esto con la finalidad de obtener escalabilidad en casos de mucha carga de procesamiento, manteniendo el tiempo de respuesta rápido.
 - **RDS:** El servicio de base de datos relacional de Amazon. Utilizaremos una versión gestionada de MySQL. Esto nos asegura una disponibilidad de 99.9% de nuestra base de datos.
 - **Elasticsearch Service:** Dado que nuestro sistema genera mucha data que deseamos analizar, usaremos esta herramienta para obtener estadísticas y gráficas que sean de utilidad para los usuarios.

- **Servicios Externos:** Para nuestra solución consumiremos dos servicios externos; Mailjet, que será nuestro agente de envío de correo; y Meaning Cloud, herramienta sobre la cual plasmaremos nuestro modelo de entidades y sentimientos.

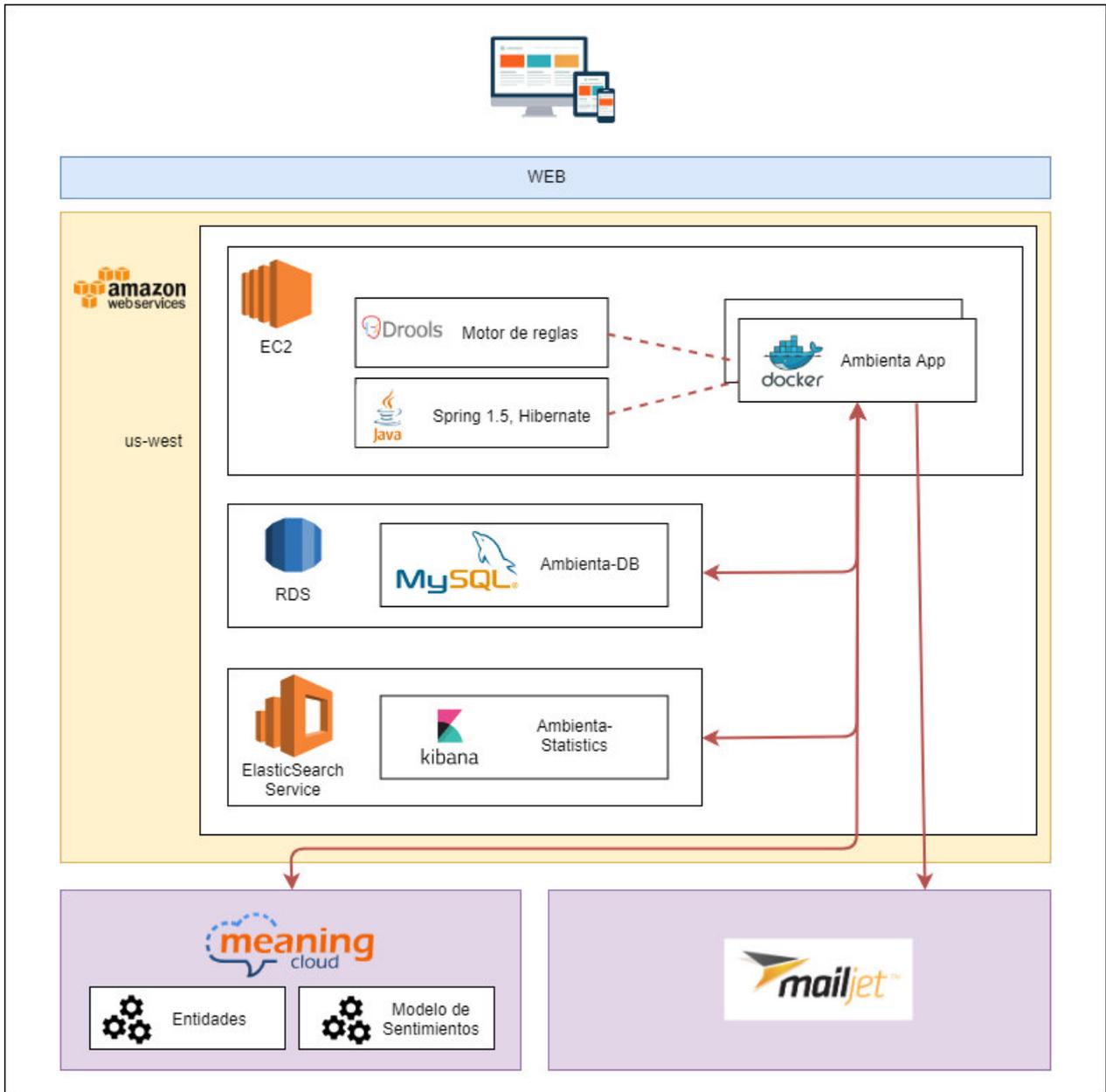


Figura 5.12 Arquitectura Física

5.8.3. Modelo de Base de Datos

Con la finalidad de que los datos ingresados por el usuario y aquellos generados por el sistema experto persistan en el tiempo, requerimos una base de datos con el esquema adecuado. El diseño de nuestra base de datos está basado principalmente en el modelo de dominio obtenido de la metodología CommonKADS. El esquema de nuestra base de datos será:

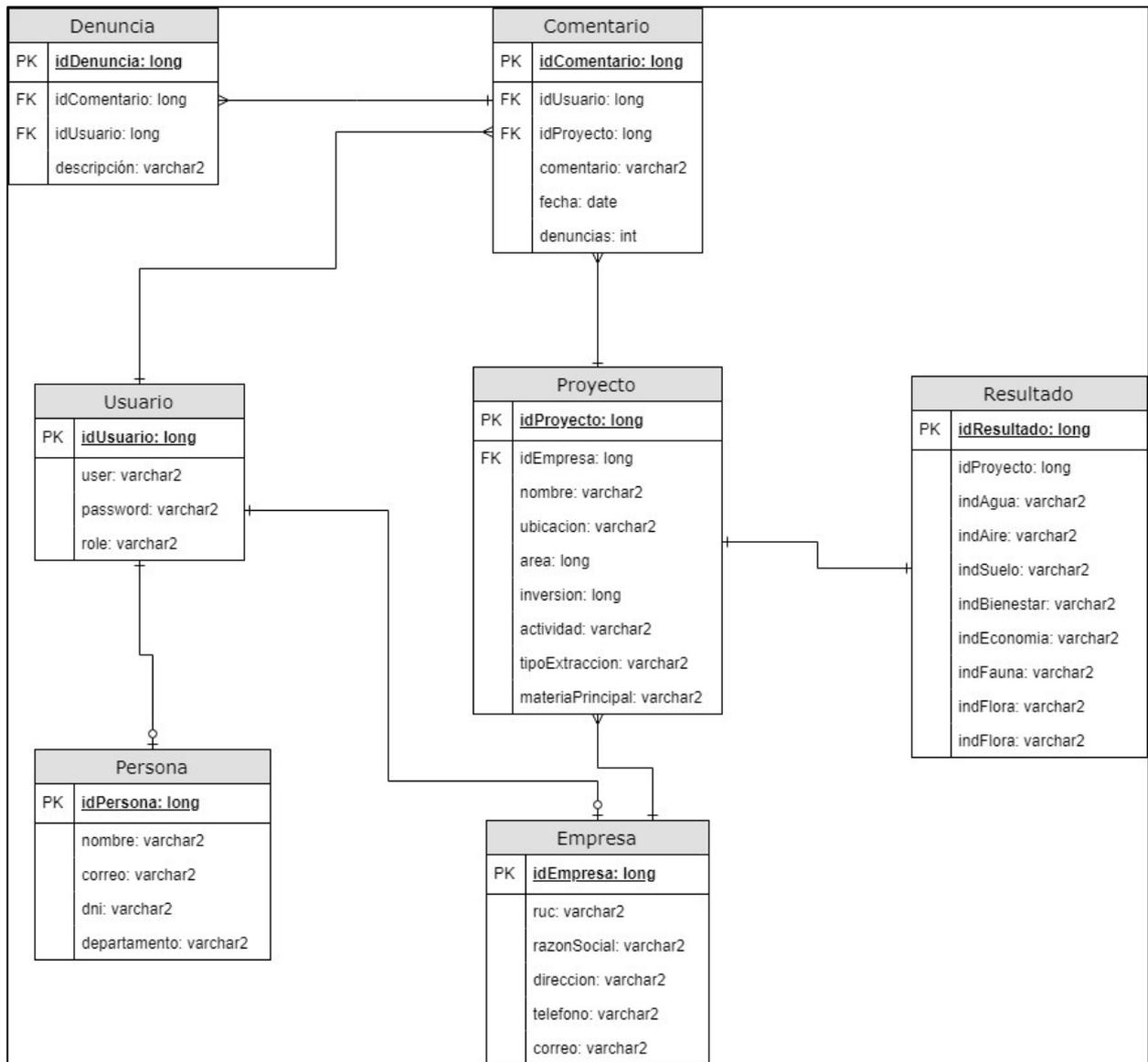


Figura 5.13 Diseño de Base de Datos

5.8.4. Diseño de Salidas

Las principales salidas del sistema son: el correo de notificación de un nuevo proyecto, el informe resumido de un proyecto, el informe completo de un proyecto y el informe de aceptación de proyectos.

5.8.4.1. Correo de Notificación de Nuevo Proyecto

Esta salida requiere que el usuario de tipo Poblador/Interesado esté suscrito a las notificaciones de alerta. El mensaje se dispara cada vez que se registra un nuevo proyecto al sistema. Los destinatarios de la alerta serán todos aquellos pobladores que indicaron que su zona de interés es la misma que el área que comprende el proyecto. Se muestra una plantilla para este mensaje:

<p>De: Ambienta Peru</p> <p>Para: <Destinatario></p> <p>Asunto: Alerta - Nuevo Proyecto registrado en <Departamento o Región></p> <p>Adjunto: InformeResumidoPR<NombreProyecto>.pdf</p> <p>---</p> <p>Nuevo Proyecto Registrado en <Departamento o Región></p> <p>Se ha registrado un nuevo proyecto en tu zona de interés: <Departamento o Región>.</p> <p>Puede descargar el archivo adjunto para ver más a detalle el análisis de impactos ambientales del proyecto. Para mayor información, visita el portal: www.ambientaperu.pe.</p> <p>Atte.</p> <p>Equipo de Ambienta.</p>
--

Tabla 5.37 Mensaje de Notificación de Nuevo Proyecto

5.8.4.2. Correo de Alerta de Nuevo Comentario Negativo

Esta salida requiere que el usuario de tipo Poblador/Interesado ingrese un comentario negativo a uno de los proyectos registrados en el sistema. El destinatario de la alerta será la empresa que ingresó el proyecto. Se muestra una plantilla para este mensaje:

<p>De: Ambienta Peru</p> <p>Para: <Destinatario></p> <p>Asunto: Alerta - Nuevo Comentario Negativo registrado en <Departamento o Región></p> <p>---</p> <p>Nuevo Comentario en <Proyecto></p> <p>Estimado(s) <Empresa></p> <p>Se ha registrado un comentario de molestia o confusión con respecto al proyecto <proyecto>. "<comentario>"</p> <p>Te sugerimos que verifiques el estado de tu proyecto en Ambienta y contestes al comentario del usuario. Si lo desea puedes contactar directamente a <nombre del usuario> al correo <correo del usuario>.</p> <p>Atte.</p> <p>Equipo de Ambienta.</p>
--

Tabla 5.38 Mensaje de Alerta de Comentario Negativo

5.8.4.3. Informe Resumido de un Proyecto

Esta salida requiere que el usuario de tipo Poblador/Interesado ingrese a un proyecto y seleccione Generar Material de Distribución. Contiene los datos generales del proyecto y sus impactos a nivel físico, biológico y social. Se muestra una plantilla para este informe:

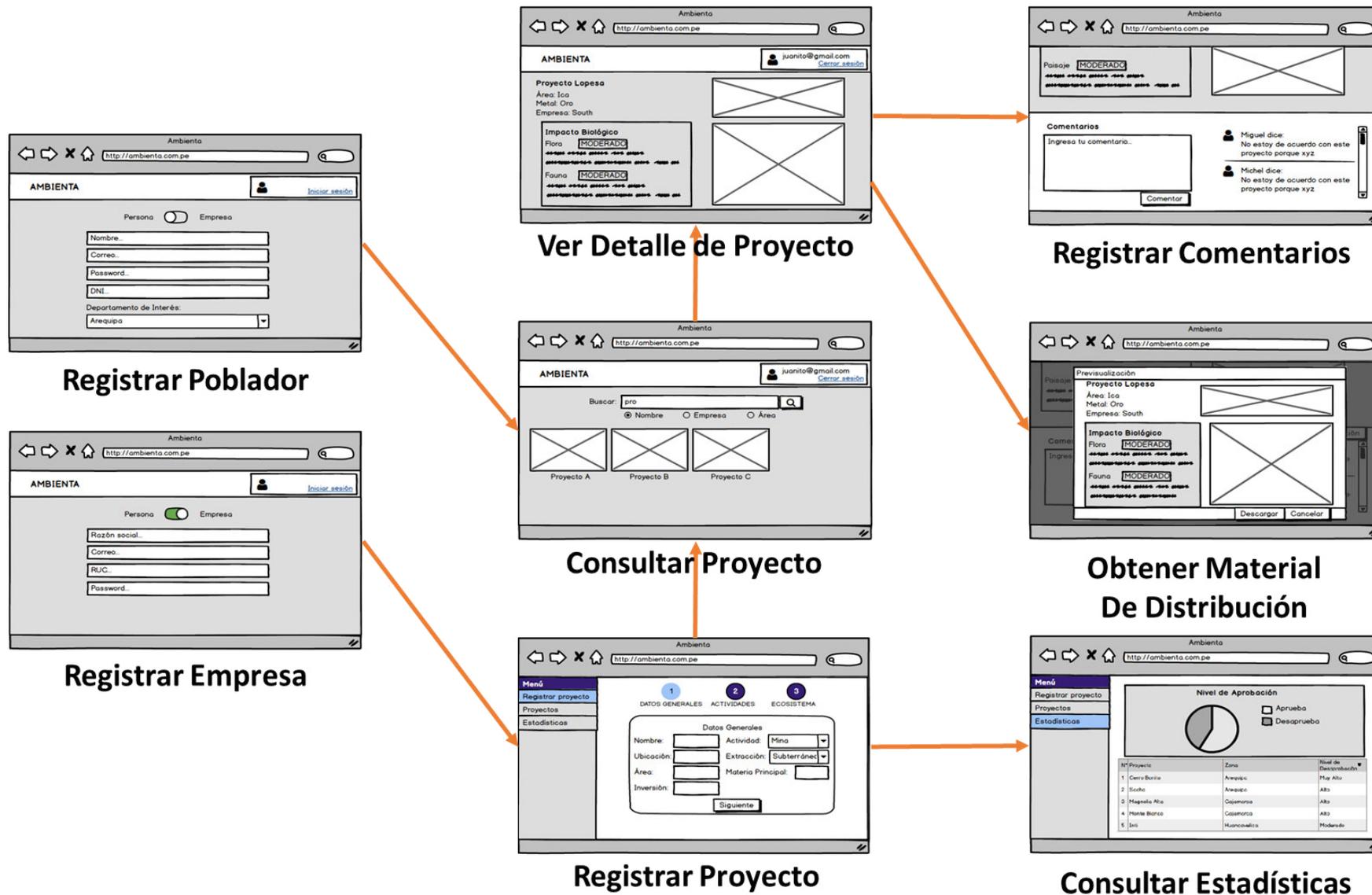
Informe Resumen de Proyecto <Nombre de Proyecto>

1. Datos Generales del Proyecto
<Nombre de Titular, Tipo de Proyecto, Metales a Obtener, Área del Proyecto, Inversión, Área de Influencia y Datos de la Minera Encargada>
2. Impacto Asociado al Proyecto
 - 2.1. Impacto Físico
 - 2.1.1. Daños al Suelo
 - 2.1.2. Daños al Agua
 - 2.1.3. Daños al Aire
 - 2.2. Impacto Biológico
 - 2.2.1. Impacto a Especies Animales
 - 2.2.2. Impacto a Especies Vegetales
 - 2.3. Impacto Social
 - 2.3.1. Economía
 - 2.3.2. Calidad de Vida <Indicadores generales y descripción>

Tabla 5.39 Informe Resumido de un Proyecto

5.8.5. Modelo de Navegabilidad de Prototipos

A continuación, se presenta un modelo de navegabilidad básico con los flujos principales de la aplicación.



5.8.6. Indicadores o Métricas de Validación

Con la finalidad de validar de manera continua el producto que se está elaborando, se establecerá una revisión periódica del progreso de construcción. A continuación, se presenta una tabla resumen:

Nro	Momento	Prueba	Indicador	Resultado Esperado
1	Concluyó el proceso de implementación de la base del conocimiento (reglas) del sistema experto. Aún no se ha integrado a la plataforma web.	Realizar la evaluación de 10 proyectos con el sistema experto en compañía del experto humano.	Porcentaje de coincidencia de resultados con opinión de experto.	Mayor a 50%.
			Tiempo de respuesta del sistema experto.	Menos de 5 segundos.
2	Se concluyó la revisión de las reglas en base a los resultados anteriores.	Realizar la evaluación de 10 proyectos con el sistema experto en compañía del experto humano.	Porcentaje de coincidencia de resultados con opinión de experto.	Mayor a 80%.
			Tiempo de respuesta del sistema experto.	Menos de 5 segundos.
3	Se ha integrado la plataforma web al sistema experto.	Realizar la prueba 2 desde la plataforma web.	Porcentaje de coincidencia de resultados con opinión de experto.	Mayor a 80%.
			Tiempo de respuesta del sistema experto.	Menos de 10 segundos.

4	Integración de modelo de sentimientos.	Realizar flujo de registro de comentarios con usuarios de perfil poblador.	Porcentaje de mensajes enviados en base a los esperados.	Mayor a 85%.
			Nivel de aprobación de los usuarios con respecto al contenido de los mensajes.	Mayor al 90%.
5	Se concluyó con la construcción de la solución y ha sido validada por el experto.	Presentar la herramienta a 30 personas y solicitarles que revisen la información presentada.	Nivel de aprobación de los usuarios sobre la herramienta.	Mayor al 70%.
			Tiempo de aprendizaje para usar la herramienta.	Menor a 30 minutos.

Tabla 5.40 Indicadores de Validación

Fuente: Elaboración Propia

5.9. Desarrollo de la Solución

A continuación, se presentan las capturas de los módulos principales de la aplicación que fueron implementados para la solución del problema, en base a los planteamientos del capítulo 4 y siguiendo nuestro caso práctico de estudio:

5.9.1. Página Principal

El usuario accede a la página principal en la cual puede ver las principales opciones para acceder al sistema.

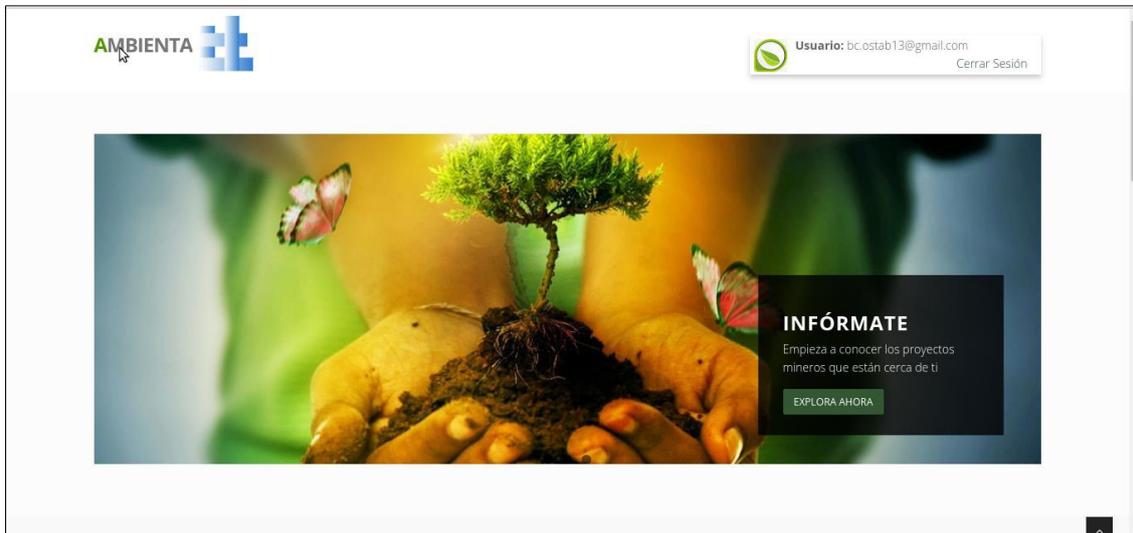


Figura 5.14 Página Principal

En la parte inferior de la página principal, se ubica una sección de Proyectos en Tendencia, que facilita al usuario encontrar los proyectos que tienen el mayor número de comentarios.

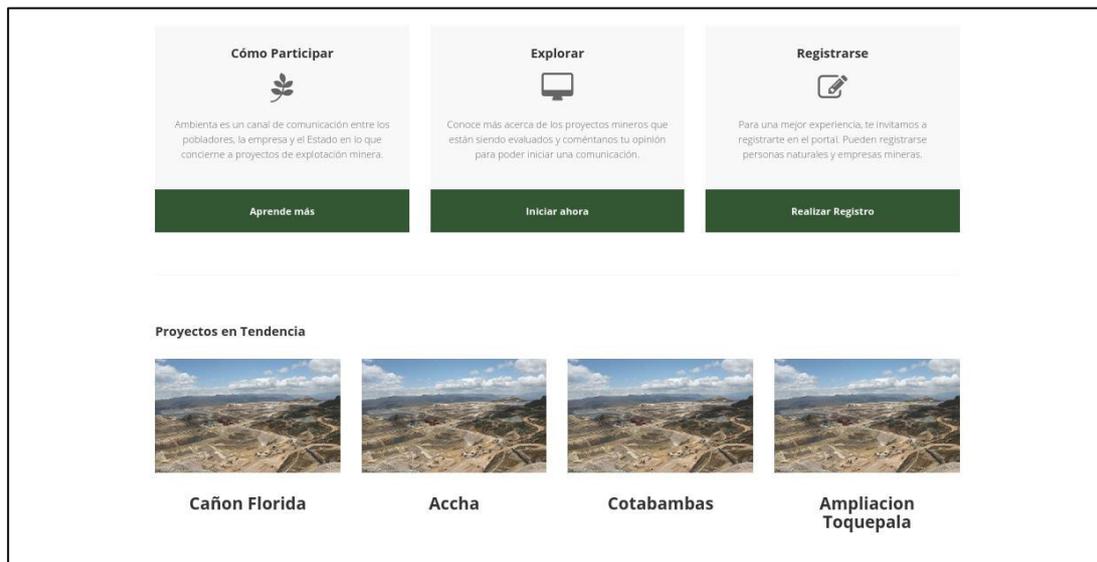
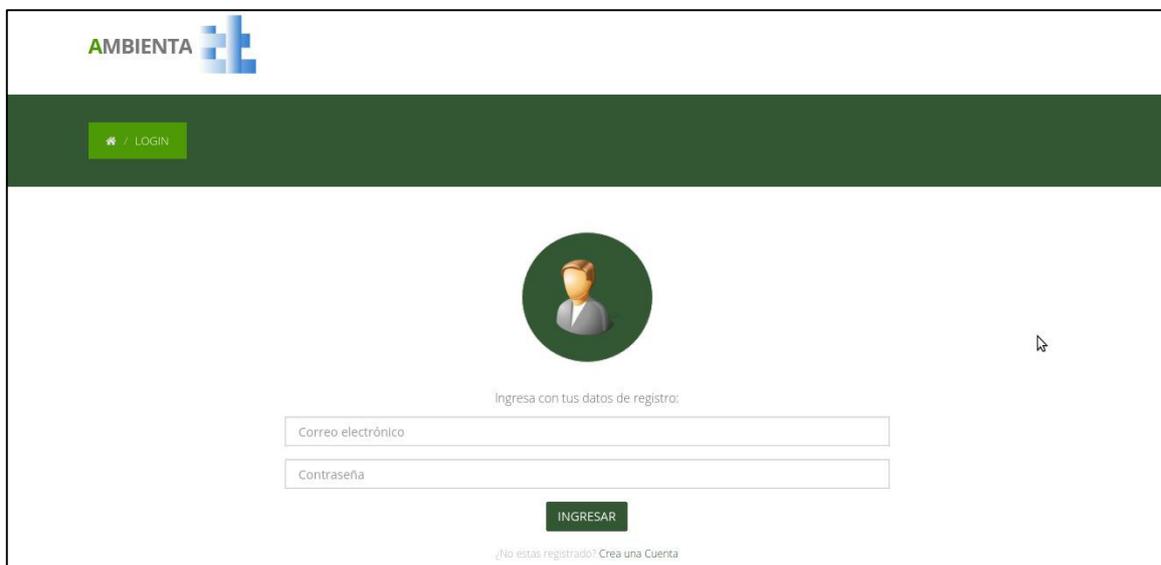


Figura 5.15 Proyectos en Tendencia

5.9.2. Ingreso al Sistema

El usuario podrá ingresar al sistema desde dos perfiles: empresa minera o poblador. Para ello debe ingresar usuario y contraseña.

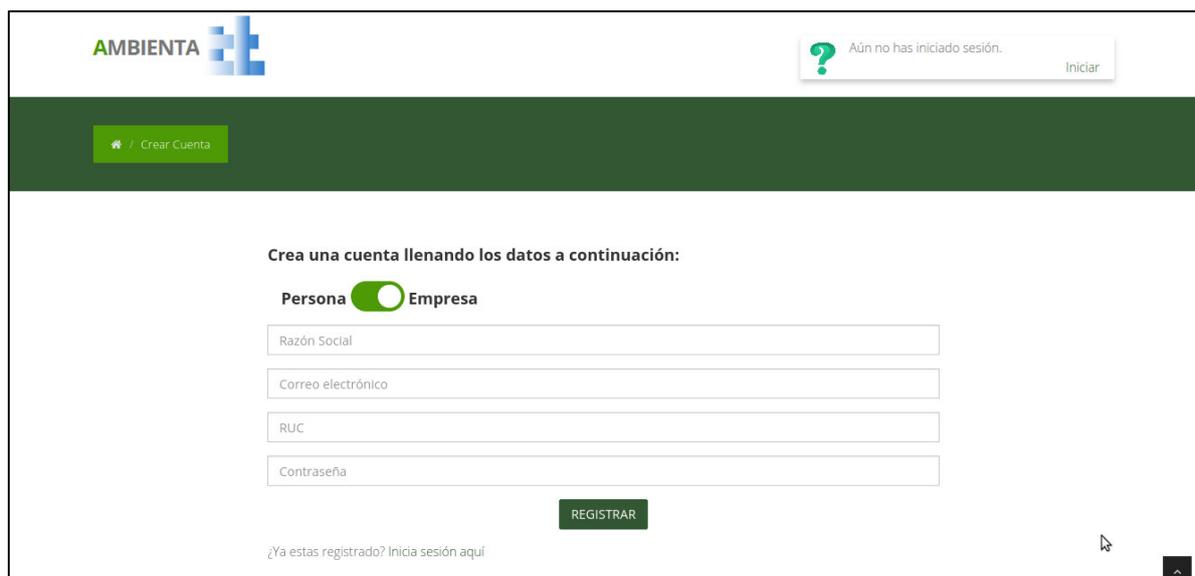


The screenshot shows the login page of the AMBIENTA system. At the top left is the AMBIENTA logo. Below it is a dark green navigation bar with a 'LOGIN' button. The main content area features a circular profile picture of a person. Below the picture, the text 'Ingresa con tus datos de registro:' is displayed. There are two input fields: 'Correo electrónico' and 'Contraseña'. A green 'INGRESAR' button is positioned below the fields. At the bottom, there is a link that says '¿No estás registrado? Crea una Cuenta'.

Figura 5.16 Formulario de Ingreso

5.9.3. Registro de Empresa o Usuario

De no contar con un usuario, es necesario registrarse mediante la opción Registrar de la pantalla anterior. Por ejemplo, para nuestro caso, tanto la empresa Southern como el poblador José deberán registrarse en esta página antes de poder continuar.



The screenshot shows the registration page for a company on the AMBIENTA system. At the top left is the AMBIENTA logo. In the top right corner, there is a notification box with a question mark icon and the text 'Aún no has iniciado sesión.' and an 'Iniciar' button. Below the logo is a dark green navigation bar with a 'Crear Cuenta' button. The main content area has the heading 'Crea una cuenta llenando los datos a continuación:'. There are two radio buttons: 'Persona' (selected) and 'Empresa'. Below the radio buttons are four input fields: 'Razón Social', 'Correo electrónico', 'RUC', and 'Contraseña'. A green 'REGISTRAR' button is located below the fields. At the bottom, there is a link that says '¿Ya estas registrado? Inicia sesión aquí'.

Figura 5.17 Formulario de Registro de Empresa

5.9.4. Panel de Control – Empresa Minera

En esta sección aparecen las opciones disponibles para la empresa minera: Registro de Proyectos, Consulta de Proyectos y Ver Indicadores.

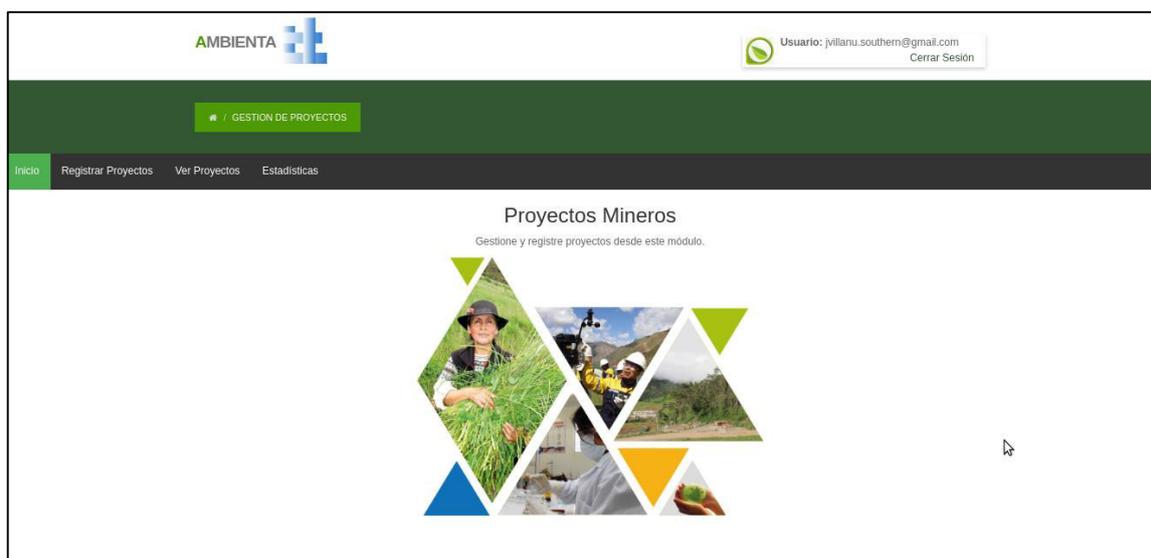


Figura 5.18 Panel de Control de la Empresa

5.9.5. Registro de Proyecto

Permite el registro de proyectos y su respectivo análisis. Tiene tres bloques principales de datos: Datos Generales (en los cuales se ingresa el nombre, área e inversión del proyecto), Actividades (en la cual se debe identificar la actividad extractiva y transformativa más importante de la exploración) y Ecosistema (datos del ecosistema que rodea el proyecto, como el caudal del río más cercano y el tipo de alteración geológica de la zona). En nuestro ejemplo, la empresa Southern deberá registrar la información concerniente a estos tres tópicos para poder obtener el resumen simplificado que podrán recibir los usuarios. El sistema experto es el que se encargará de procesar estos datos a manera de hechos en su motor de inferencia.

/ GESTION DE PROYECTOS

Inicio Registrar Proyectos Ver Proyectos Estadísticas

1 DATOS GENERALES
2 ACTIVIDADES
3 ECOSISTEMA

DATOS GENERALES

Información sobre el proyecto

Nombre <input type="text"/>	Actividad <input type="text" value="Mina"/>
Ubicación <input type="text" value="Amazonas"/>	Extracción <input type="text" value="Socavía"/>
Área(km2) <input type="text"/>	Materia Principal <input type="text"/>
Inversión(\$) <input type="text"/>	

[Siguiente](#)

1 DATOS GENERALES
2 ACTIVIDADES
3 ECOSISTEMA

ACTIVIDADES

Transformación y extracción

Principal Actividad de Transformación

- Urbanización
- Túneles Subterráneos
- Carreteras y Caminos
- Vías Férreas
- Cables y Elevadores
- Transmisión y Oleoductos
- Barreras y Vallados
- Dragados
- Presas y Embalses
- Diques y Puertos
- Voladuras y Perforaciones
- Desmontes y Rellenos
- Túneles y Estructuras

Principal Actividad de Extracción

- Excavaciones Superficiales
- Excavaciones Subterráneas
- Pozos de Fluidos
- Dragados Extractivos
- Exploración Forestal
- Caza de Animales

[Anterior](#) [Siguiente](#)

1 DATOS GENERALES
2 ACTIVIDADES
3 ECOSISTEMA

ECOSISTEMA

Datos del ecosistema circundante

Temp. Máxima <input type="text"/>	Tipo de Alteración <input type="text" value="Erosión Glaciar"/>
Temp. Mínima <input type="text"/>	Ecosistemas Frágiles <input type="text"/>
Precipitación <input type="text" value="Alta"/>	Áreas Protegidas <input type="text"/>
Caudal de Río más Próximo <input type="text" value="Moderado"/>	Población/km2 <input type="text" value="Mayor a 50 habitantes"/>
¿Fuentes de agua subterránea? <input type="text" value="Si"/>	

[Anterior](#) [Registrar](#)

Figura 5.19 Formulario de Registro de Proyecto

5.9.6. Ver Indicadores

Esta opción permite la visualización de indicadores de los proyectos de la empresa minera. Entre los puntos más importantes que se pueden visualizar tenemos: Número de opiniones negativas sobre proyectos de la empresa, número de departamentos en los cuales hay mala recepción de proyectos, número de proyectos observados, lista de proyectos con menor aceptación y un mapa de calor para tener visión de en qué regiones podría haber conflictos futuros. A continuación, podemos ver los indicadores de la empresa Southern luego de las pruebas realizadas con la muestra de usuarios:

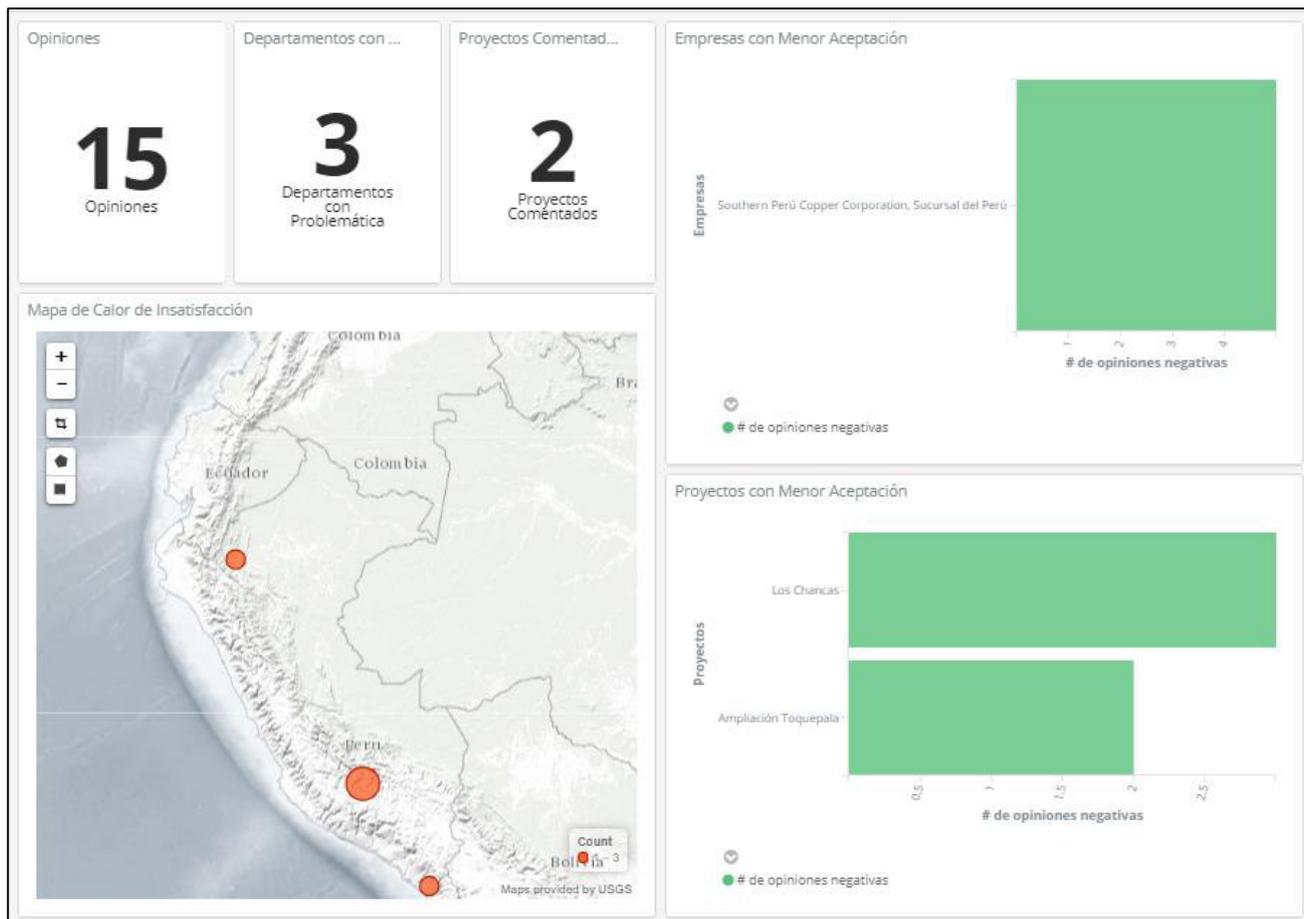


Figura 5.20 Indicadores para la empresa Southern

5.9.7. Consulta de Proyectos

Permite realizar la búsqueda de proyectos. Disponible para ambos perfiles de usuario. Por ejemplo, si se busca los proyectos de la empresa Southern, se obtiene la siguiente vista:

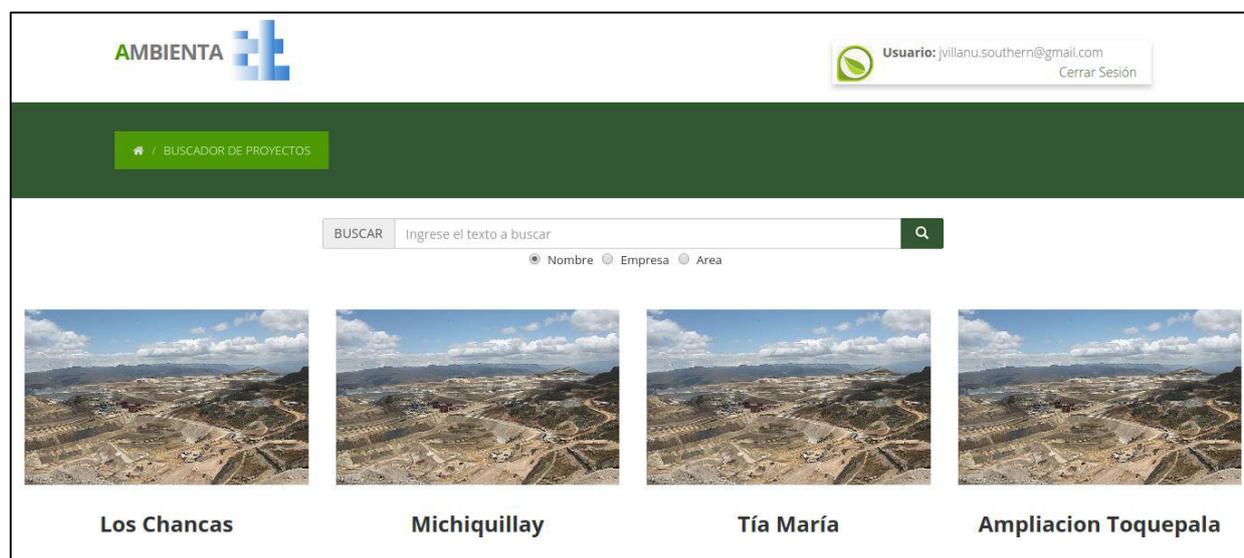


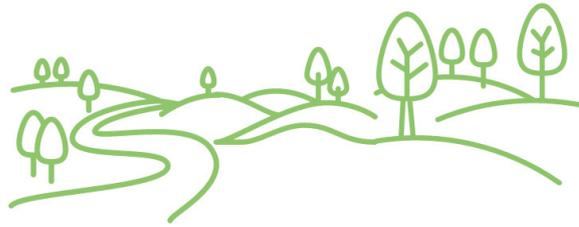
Figura 5.21 Consulta de Proyectos

5.9.8. Detalle de Proyecto y Registro de Opiniones

Al seleccionar alguno de los proyectos desde el buscador, se apertura la pantalla de detalle, en la cual se presenta de manera gráfica y amigable los resultados obtenidos del procesamiento del sistema experto. Continuando con nuestro caso de estudio, este es el resultado del análisis del proyecto Ampliación Toquepala de la empresa Southern:

Proyecto Ampliación Toquepala
Área: Amazonas
Metal: Cobre
Empresa: Southern Perú Copper Corporation, Sucursal del Perú

PARTICIPAR



Impacto Biológico

Flora

MODERADO

30%

Efecto moderado en la diversidad y abundancia de flora. Se debe limitar las áreas de intervención.

Fauna

MODERADO

40%

Efecto moderado en la diversidad y abundancia de fauna. Se debe limitar las áreas de intervención.



Impacto Físico

Agua

SEVERO

50%

Efecto severo de disminución de recurso hídrico. Se deben definir normas para proteger la calidad del agua superficial y subterránea o redirigir los cauces.

Suelo

MODERADO

30%

Efecto moderado de calidad de suelo. Se debe dar instructivos de trabajo. Los caminos de acceso deben ser trazados de manera que minimice la perturbación del terreno.

Aire

MODERADO

30%

Efecto moderado de calidad de aire. Se debe entregar instructivos de trabajo.

Impacto Social

Economía

SEVERO

50%

Efecto severo en la economía. Se deben gestionar acciones para reducir el impacto económico.

Bienestar

MODERADO

30%

Reducción de bienestar para los pobladores que permanezcan en la zona. Se debe asegurar la comodidad de los pobladores, puede sugerirles un traslado a otra zona aledaña.



Figura 5.22 Detalle de proyecto

En la parte inferior del detalle, encontramos una sección en la cual se puede ingresar los comentarios. En nuestro ejemplo, el poblador ingresa su comentario de preocupación en esta sección. En este momento de manera asíncrona se analiza el comentario y al determinar su polaridad, se envían los correos de notificación que se explican en el punto 5.9.9. En esta misma sección, la empresa Southern podrá seleccionar la opción Respuestas para dar mayor detalle o aclarar las dudas del usuario.

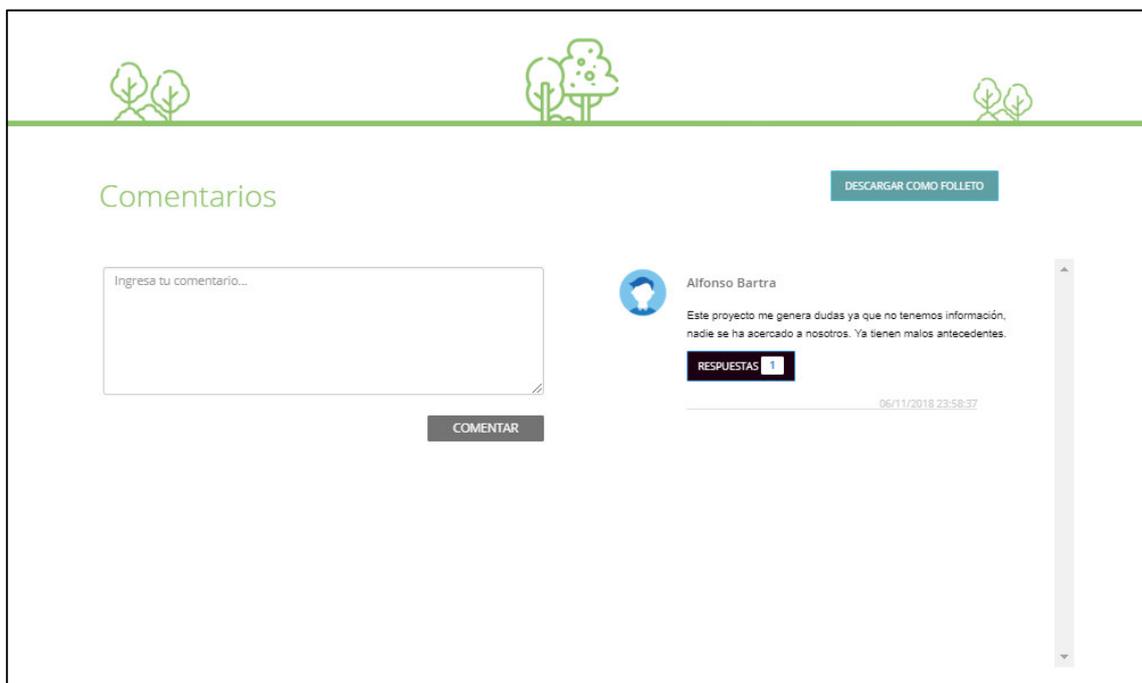


Figura 5.23 Área de comentarios

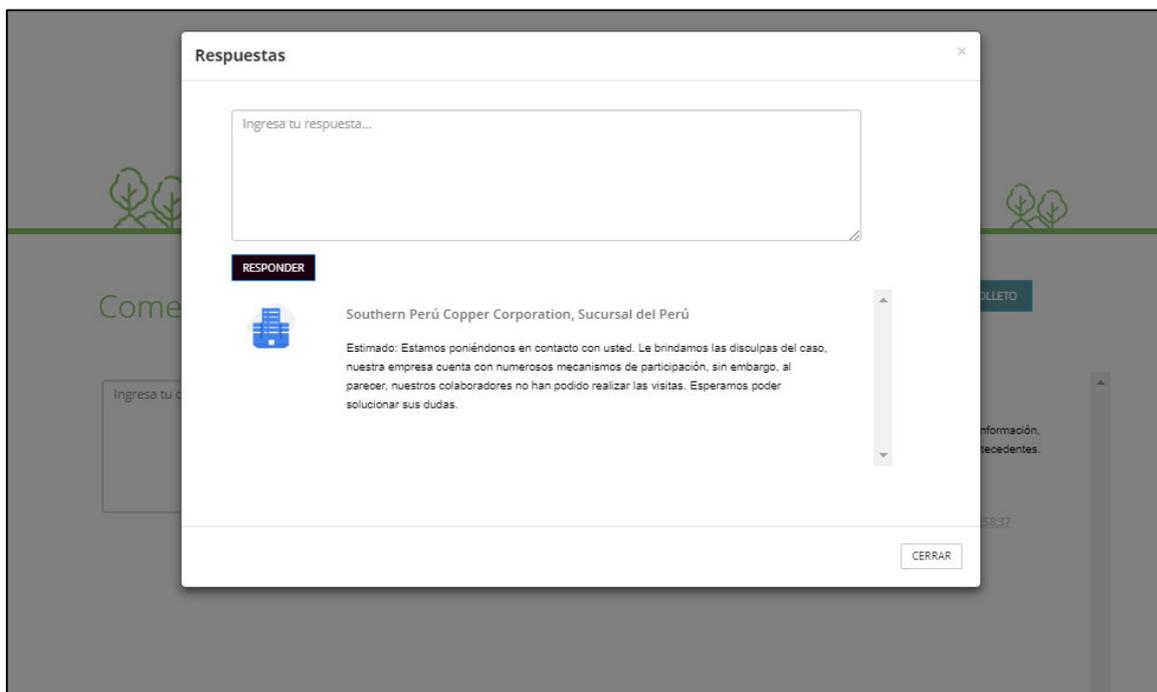


Figura 5.24 Respuesta de un comentario

5.9.9. Notificaciones de Alerta

Cuando un usuario ingresa un comentario negativo o de duda hacia un proyecto, mediante el análisis de sentimientos se disparan dos notificaciones automáticas. La primera, dirigida a la empresa minera encargada del proyecto, indicándole del comentario y dándole los datos básicos de contacto del usuario; el segundo, dirigido al usuario para indicarle que su comentario ya se hizo llegar a la empresa minera e invitándole a revisar de manera detallada la información disponible del proyecto.



Figura 5.25 Mensaje de alerta para empresa minera

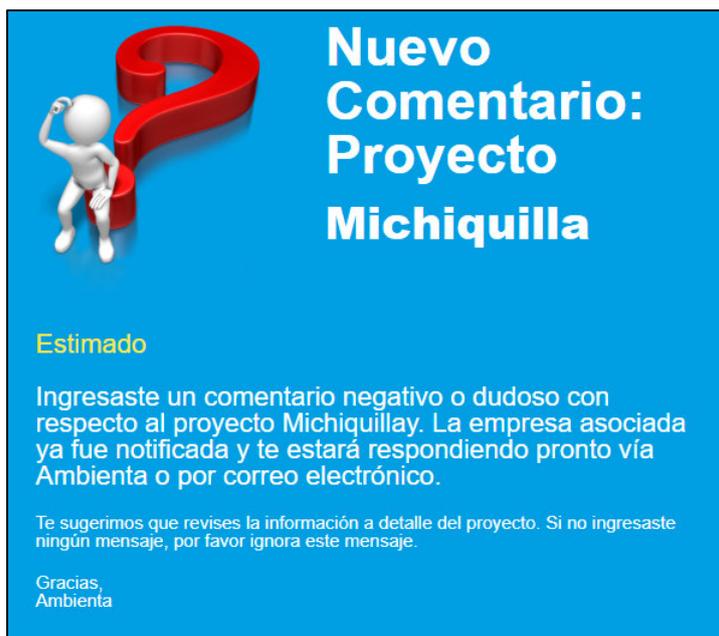


Figura 5.26 Mensaje de alerta para usuario

5.10. Validación

Se procedió a realizar la validación desde dos enfoques:

5.10.1. Validación de Sistema Experto por Expertos Humanos

Dado que, para materializar la solución, se desarrolló un sistema experto, es necesario validar este módulo de software de manera específica. En primer lugar, se seleccionaron a los expertos humanos que prestaron su aporte a lo largo de la investigación desde su dominio de conocimiento:

Nombre	Ocupación
Juanita Panta Silva	Ingeniera Ambiental
Moisés Ortega Orosco	Ingeniero Geólogo

Tabla 5.41 Expertos que apoyaron el desarrollo del Sistema Experto

Para realizar la validación se realizaron 3 iteraciones con los proyectos que se visualizan en el Anexo 1. El criterio para detener las iteraciones era obtener un nivel de acierto igual o superior al 90% considerado como un nivel de confiabilidad aceptable para los expertos. Los resultados de cada iteración se resumen en la siguiente tabla:

Iteración	1	2	3
Número de Proyectos Presentados	20 casos	20 casos	30 casos
Porcentaje de Aciertos Ingeniera Panta	11 aciertos y 9 casos de fallo mayor.	16 aciertos y 4 casos de fallo menor.	27 aciertos y 3 casos de fallo menor.
Porcentaje de Aciertos Ingeniero Ortega	No pudo participar.	18 aciertos, 1 caso de fallo menor y un caso de fallo mayor.	28 aciertos y 2 casos de fallo menor
Observaciones	Se ajustaron los puntajes asociados a los tipos de actividades. Se agregaron las nuevas reglas asociadas al entorno.	Se agregaron reglas para los terrenos con fuentes de agua subterránea y con reservas naturales o áreas protegidas, actividades de construcción de túneles y dragados.	Se mejoró la forma de expresar los niveles de impacto. Se aprobaron las reglas finales.

Tabla 5.42 Resultados obtenidos en las validaciones con expertos

5.10.2. Validación de Plataforma para Participación Ciudadana

5.10.2.1. Diseño de la Prueba de Usabilidad

Cada uno de los participantes realizó una prueba de uso. Para ello, se determinó que las características a validar serían:

Facilidad de Uso	La característica principal que se busca de la plataforma, que sea intuitiva y que el tiempo que el usuario necesita para aprender a usarla es mínima. La plataforma es dinámica, ejecuta acciones automáticas y su tiempo de respuesta es mínimo.
Claridad de la Información	La información que se presenta en la plataforma debe ser simple, fácil de comprender y concisa.
Valor o Interés	El nivel de utilidad que le encuentran los usuarios al portal y si lo consideran un método de participación en temas ambientales eficaz.

Tabla 5.43 Características a Evaluar para la Validación

Fuente: Elaboración Propia

En base a estas características, se elaboró el cuestionario del Anexo 2. Los resultados luego de realizar las entrevistas son los siguientes:

¿De qué crees que trata esta plataforma?

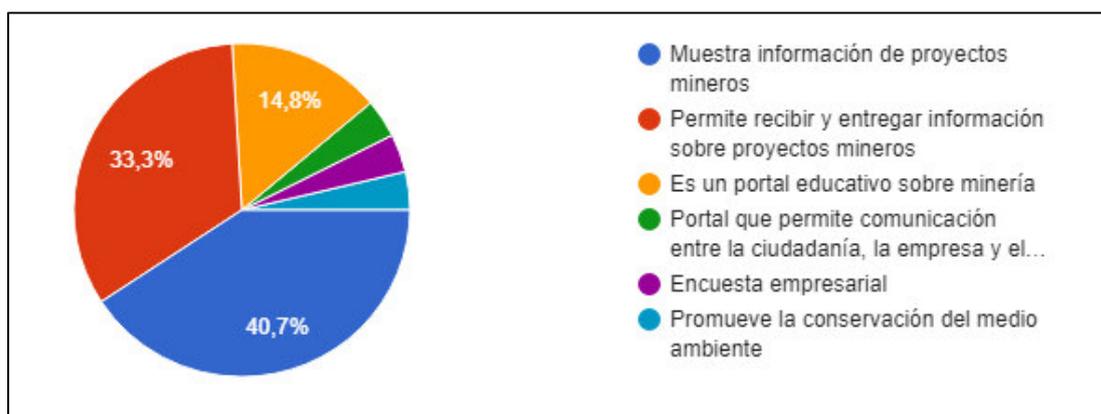


Figura 5.27 Respuestas de Deducción de Objetivo de la Plataforma

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede apreciar en el gráfico anterior, el 33% de los entrevistados acertó a primera vista de qué se trataba la página. Además, el 40,7% eligió la segunda opción más cercana. Esto nos permite afirmar que la página web principal describe bien el objetivo de la solución.

¿Pudiste realizar normalmente estos flujos al primer intento?

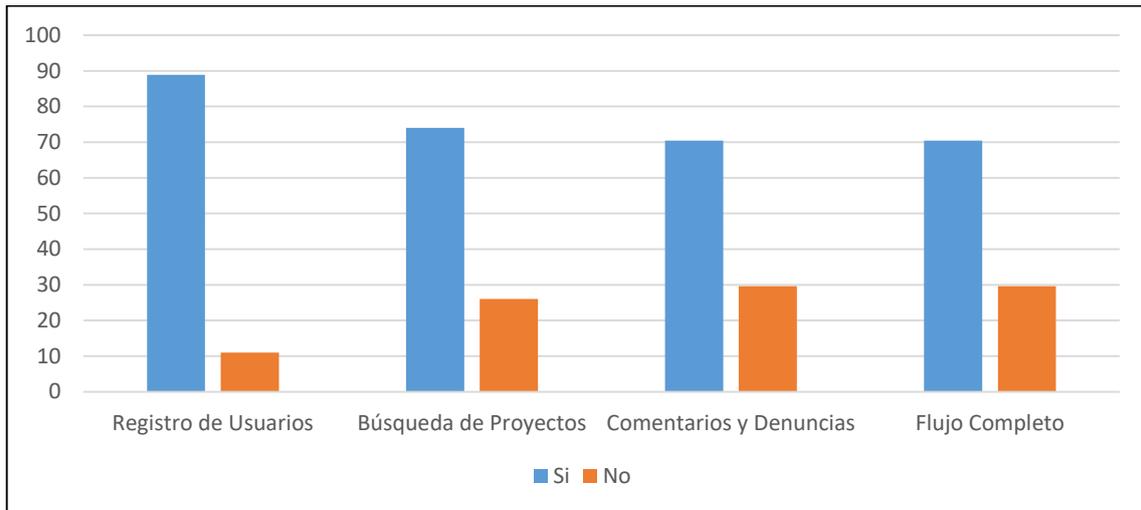


Figura 5.28 Tasa de éxito por flujo en el primer intento
Fuente: Elaboración Propia

Como podemos ver en el Gráfico 5.2. el 70% de los participantes pudo completar el flujo completo al primer intento y sin ayuda externa. El flujo que demuestra una mayor facilidad de uso es el de Registro de Usuarios, tomando en cuenta que es un proceso universal que se realiza en todas las páginas web por un tema de seguridad y control de acceso. Para próximos trabajos se puede mejorar el proceso para agregar comentarios y denuncias, que es ligeramente más complicado para los usuarios. Cabe destacar que el 100% de los usuarios pudieron completar el flujo luego de revisar el Manual de Uso incluido dentro del portal y/o tras un segundo o tercer intento. En base a ello se concluye que se cumple con la característica de **Facilidad de Uso**.

¿Qué tanto comprendiste la información que se te presentó?

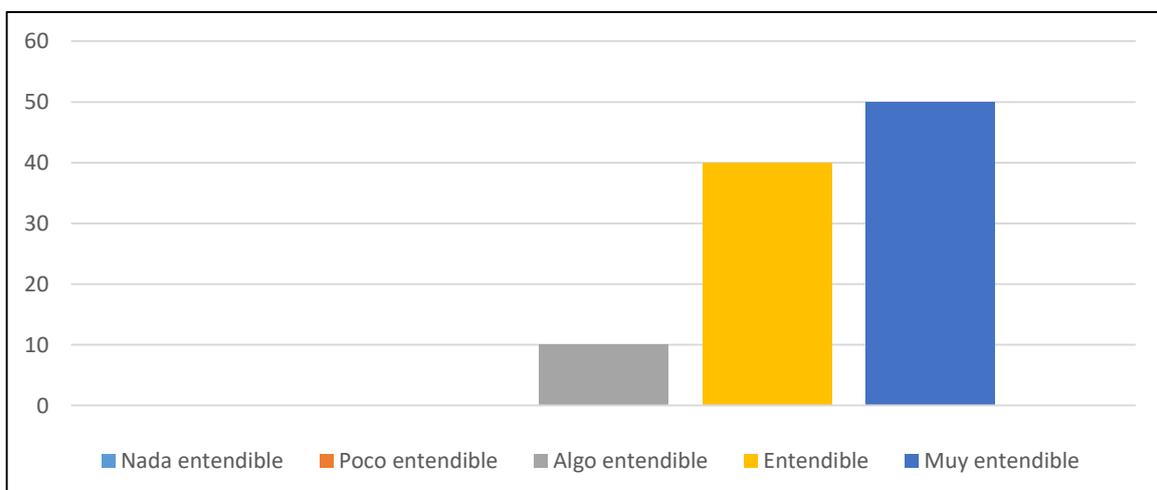


Figura 5.29 Nivel de entendimiento de la información
Fuente: Elaboración Propia

Casi la totalidad de los usuarios (90%) consideraron que la información que se les presenta en la plataforma es entendible. Se debe tomar en cuenta que la muestra seleccionada contiene personas de distintos niveles de educación, esto nos asegura que los resultados no dependen de un alto nivel de conocimiento de los usuarios. Con estas observaciones, consideramos que se cumple con la característica **Claridad de la Información**.

¿Qué tan rápido obtuviste y/o entregaste la información de tu interés?

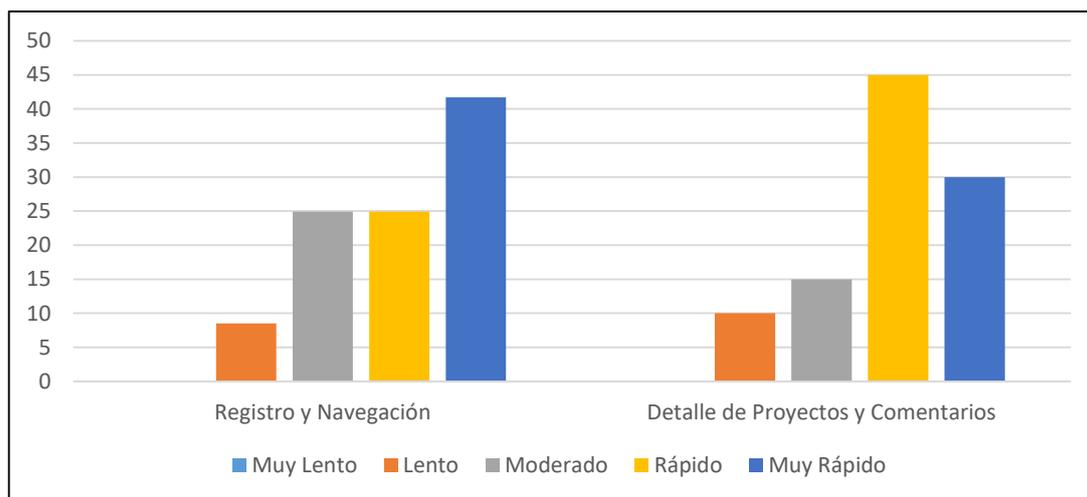


Figura 5.30 Evaluación de tiempo de espera

Fuente: Elaboración Propia

El 45 y 35% de los entrevistados percibió como muy rápido la solución web en los procesos de *Registro de Usuario y Navegación*, y *Revisión de Detalle de Proyectos y Registro de Comentarios*, respectivamente. Hay un pequeño porcentaje (menor al 10%) que lo considera lento, por lo cual aún podrían hacerse mejoras de rendimiento. Basados en estos resultados, podemos considerar que se cumple con la característica de **Facilidad de Uso**.

¿Qué tan útil y eficaz considera esta propuesta?

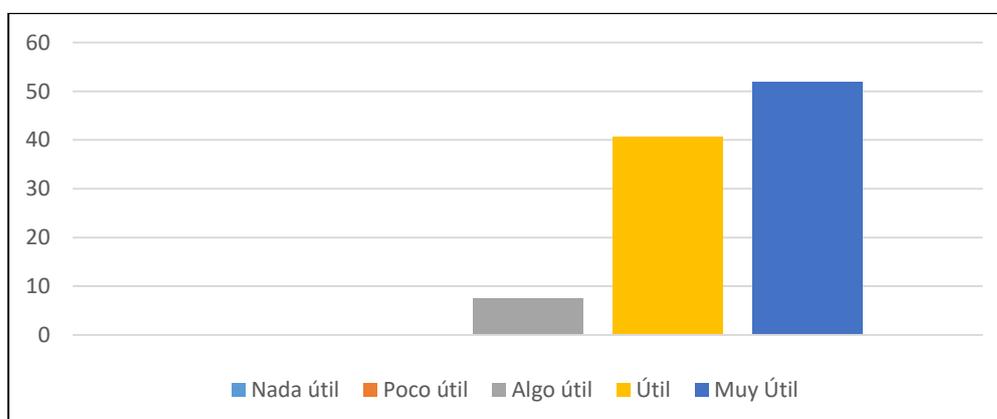


Figura 5.31 Sensación de valor de la plataforma

Fuente: Elaboración Propia

Hay una importante proporción de los entrevistados (más del 90%) que consideran que esta propuesta es muy útil. Algunas opiniones que brindaron se citan a continuación:

“Una buena iniciativa para mejorar la comunicación entre las mineras y las personas comunes como yo, a seguir adelante”

“Simple, se puede usar rápido y por fin mostrar lo que opinamos sobre los proyectos mineros”

Con ello concluimos que la plataforma cumple con su función de ser un canal efectivo de comunicación y es percibido así por sus futuros usuarios. Así, se habrá cumplido la característica de dar **Valor o Interés**.

5.10.3. Resumen de Resultados

En el cuadro siguiente se presentan los resultados obtenidos en la validación de la solución:

Nro	Momento	Prueba	Indicador	Resultado Esperado	Resultado Obtenido
1	Concluyó el proceso de implementación de la base del conocimiento(reglas) del sistema experto. Aún no se ha integrado a la plataforma web.	Realizar la evaluación de 10 proyectos con el sistema experto en compañía del experto humano.	Porcentaje de coincidencia de resultados con opinión de experto.	Mayor a 50%.	60% (12 de 20 casos)
			Tiempo de respuesta del sistema experto.	Menos de 5 segundos.	1.5 segundos en promedio (20 casos)
2	Se concluyó la revisión de las reglas en base a los resultados anteriores.	Realizar la evaluación de 20 proyectos con el sistema experto en compañía del experto humano.	Porcentaje de coincidencia de resultados con opinión de experto.	Mayor a 80%.	85% (17 de 20 casos)
			Tiempo de respuesta del sistema experto.	Menos de 2 segundos.	1 segundo (20 casos)

3	Se ha integrado la plataforma web al sistema experto.	Realizar la prueba 2 desde la plataforma web y con 30 casos.	Porcentaje de coincidencia de resultados con opinión de experto.	Mayor a 85%.	90% (27 de 30 casos)
			Tiempo de respuesta del sistema experto.	Menos de 1 segundo.	Entre 200 y 900 milisegundos (30 casos)
4	Integración de modelo de sentimientos.	Realizar flujo de registro de comentarios con usuarios de perfil poblador.	Porcentaje de mensajes enviados en base a los esperados.	Mayor a 85%.	90%(18 de 20 casos)
			Nivel de aprobación de los usuarios con respecto al contenido de los mensajes.	Mayor al 90%.	95% de opiniones positivas.
5	Se concluyó con la construcción de la solución y ha sido validada por el experto.	Presentar la herramienta a 30 personas y solicitarles que revisen la información presentada.	Nivel de aprobación de los usuarios sobre la herramienta.	Mayor al 80%.	93% de opiniones positivas.
			Tiempo de aprendizaje para usar la herramienta.	Menor a 30 minutos.	15 minutos en promedio.

Tabla 5.44 Validación de Resultados

Fuente: Elaboración Propia

Capítulo 6. Discusión, Conclusiones y Recomendaciones

6.1. Discusión

En la presente investigación, se ha analizado el impacto del uso de la plataforma web en el proceso de participación ciudadana, basándonos en tres indicadores: el grado de facilidad de uso, el nivel de entendimiento de la información y el grado de interés que genera en los usuarios con respecto a la participación en el proceso.

Como se pudo apreciar en la sección anterior, el 70% de los participantes pudo completar el flujo completo al primer intento y sin ayuda externa, esto demuestra que la plataforma es intuitiva, sin embargo, hay un 30% de usuarios que no pudieron hacerlo, es decir, que se requiere difusión y capacitación para mejorar el nivel de recepción. Esto se verifica con lo definido en el trabajo de Sara Hofmann, *What makes local governments' online communications successful* [S.HOFMANN,+2013], que considera que cualquier canal de comunicación establecido con la población siempre va a requerir la participación activa del gobierno de manera presencial, por más automatizada que sea.

Donde se pudo percibir una mejora importante es en el nivel de entendimiento de la información, teniendo un 90% de la muestra con una clara comprensión de los resúmenes generados por el sistema experto. En la investigación de Diego Murguía y Kathrin Bohling sobre el caso de Bajo de la Alumbrera, Argentina [D.MURGUIA,+2013], se concluyó que el uso de informes técnicos de impacto ambiental no es un método eficiente de comunicación con la población. Efectivamente, se determinó que, con resúmenes más breves y concisos presentados en una plataforma amigable, la población pudo comprender mejor el impacto ambiental de cada proyecto y pudo expresar su opinión en base a ello.

Finalmente, en base a los resultados obtenidos en el nivel de interés generado con la plataforma web en el proceso, el 90% de los entrevistados consideró este canal como muy útil, lo cual demuestra que hay un alto potencial en los medios digitales para gestionar problemas socio ambientales, el mismo postulado de Sara Hofmann, *What makes local governments' online communications successful* [S.HOFMANN,+2013]. Se pueden desarrollar múltiples canales digitales que acerquen a la población a sus autoridades para buscar información y diálogo.

6.2. Conclusiones

- Se demostró que la implementación de un sistema web mejoró el nivel de entendimiento del impacto de los proyectos mineros, la facilidad de acceso a esta información y el interés en el proceso de participación ciudadana, obteniendo en cada uno de estos atributos más del 90% de aceptación según los resultados de la observación en la muestra.
- Al haber obtenido resultados satisfactorios, podemos concluir que la hipótesis propuesta es verdadera, es decir, la implementación de una plataforma web mejora el proceso de participación ciudadana.
- Aunque se obtuvo resultados positivos en la experimentación, un grupo de personas (30%) requiere apoyo para usar este tipo de tecnología, por tanto, concluimos que se requieren mecanismos de participación complementarios que refuercen la comunicación con la empresa minera y el gobierno.

6.3. Recomendaciones

Para futuros trabajos motivados por esta investigación, es necesario tomar en cuenta que tecnologías como las presentadas aún requieren de un arduo trabajo de búsqueda y experimentación para ser implementados, de allí la necesidad del trabajo en equipos de investigación multidisciplinarios y la profundización de conocimientos de matemática y estadística.

Es necesario promover el uso de la Internet como canal de comunicación entre el Gobierno y los ciudadanos peruanos, por medio de servicios como el propuesto en esta investigación. Asimismo, se debe involucrar a las instituciones gubernamentales para propiciar la colaboración y avanzar en el camino hacia Gobierno Electrónico.

6.4. Futuros Trabajos

Habiendo culminado el desarrollo de este trabajo de investigación, se desea iniciar una segunda etapa que permita la generalización de esta plataforma para todos los tipos de proyectos que generen impactos sobre el ecosistema. Así mismo, se busca agregar alternativas para la recolección de datos en lugares donde aún no se ha implementado redes de comunicación como Internet.

Referencias Bibliográficas

[**BBVA, 2017**]: BBVA Research, *Perú: Sector Minero – Noviembre 2017*, Perú, 2017, https://www.bbva.com/wp-content/uploads/2017/11/Sector-Minero-en-Peru_2017.pdf, consultado el 8 de noviembre del 2018.

[**BENAVIDES, 2014**]: Cecilia María Benavides Castro, *El Discurso de Participación Ciudadana en el Marco del Diseño de la Política de Gobierno Electrónico de la Municipalidad Distrital de Miraflores*, <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/5283> , consultado el 30 de septiembre del 2015.

[**B.LIU, 2015**]: Liu, Bing; *Sentiment analysis and opinion mining. Synthesis Lectures on Human Language Technologies*, 2012, USA, consultado el 4 de enero del 2017.

[**BRIDGE, 2012**]: Gavin Bridge, *Contested Terrain: Mining and the Environment*, www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.energy.28.011503.163434, consultado el 30 de septiembre del 2015.

[**CHANTELLE, 2012**]: Kotze Chantelle, *South American mining sector to continue as resource-based economy*, <http://www.miningweekly.com/article/south-american-mining-sector-to-continue-as-resource-based-economy-2012-06-15> , consultado el 14 de Octubre del 2015.

[**DEFENSORIA, 2015**]: Defensoría del Pueblo, *Reporte Mensual de Conflictos Sociales N.º 138 – Agosto 2015*,

<http://www.defensoria.gob.pe/modules/Downloads/conflictos/2015/Reporte-Mensual-de-Conflictos-Sociales-N-138-Agosto--2015.pdf>, consultado el 27 de septiembre del 2015.

[**DEFENSORIA DEL PUEBLO, 2018**]: Defensoría del Pueblo, *Reporte De Conflictos Sociales N.º 172 – Junio 2018*, <https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2018/07/Reporte-Mensual-de-Conflictos-Sociales-N-172-Junio-2018.pdf>, consultado el 7 de noviembre del 2018.

[**D.MOHEY,+ , 2015**]: D. Mohey, H. Mokhtar, O. Ismael; *Online Paper Review Analysis*, 2015, Egipto, consultado el 21 de enero del 2018.

[D.MURGUIA,+2013]: Murguía, Diego; Bohling, Kathrin; *Sustainability reporting on large-scale mining conflicts: the case of Bajo de la Alumbrera, Argentina*, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652612005446>; 2013, Alemania, consultado el 10 de octubre del 2018.

[F.FLORES, 2011]: Flores Santos, Fabio Freddy; *Sistema Experto para el Proceso de Evaluación de Sentencias emitidas por los Jueces del Juzgado Penal de Huaral*, 2011, Perú, <http://cip.org.pe/imagenes/temp/tesis/09978061.pdf>, consultado el 11 de noviembre del 2015.

[INEI,2015]: Instituto Nacional de Estadística e Informática del Perú; *Monitoreo del agua de los ríos después de las operaciones mineras, 2010-2015*, 2015, Perú, consultado el 22 de mayo del 2018.

[J.FLORES, 2012]: Flores Martínez, Joel Hernán; *Implementación De Un Sistema Experto De Diagnóstico Médico, Basado En Metodología CommonKADS, Para Reducir La Mortalidad Infantil Usando Curso Clínico Aiepi*, 2012, Lima-Perú, consultado el 11 de noviembre del 2015.

[J.JOVA, 2012]: Jova Rodríguez, Jorge Roberto; *Metodología CommonKADS en el desarrollo de sistemas expertos*, 2012, Cuba, <http://publicaciones.uci.cu/index.php/SC/article/view/868> , consultado el 11 de noviembre del 2015.

[J.TAPIA, 2009]: Tapia Castillo, Jackeline; *Sistema Experto para el Apoyo del Proceso de Orientación Vocacional para las Carreras de Ingeniería en la Pontificia Universidad Católica del Perú*, 2009, Lima-Perú, http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/366/TAPIA_JACKELINE_SISTEMA_EXPERTO_PARA_EL_APOYO_DEL_PROCESO_DE_ORIENTACION_VOCACIONAL_PARA_LAS_CARRERAS_DE_INGENIERIA_EN_LA_PONTIFICIA_UNIVERSIDAD_CATOLICA_DEL_PERU.pdf?sequence=1, consultado el 11 de noviembre del 2015.

[L.SALVATI,+ 2013]: L. Salvati, G. Mancino, E. De Zuliani, A. Sateriano, M. Zitti, A. Ferrara; *An Expert System To Evaluate Environmental Sensitivity: A Local – Scale Approach To Desertification Risk*, 2013, Italia, http://epa.niif.hu/02500/02583/00033/pdf/EPA02583_applied_ecology_2013_04_611-627.pdf, consultado el 7 de octubre del 2015.

[**M.BAUTISTA, 2011**]: Mariella Bautista Ascue, *Manual de Participación Ciudadana*, <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/Manual%20de%20Participaci%C3%83%C2%B3n%20Ciudadana.pdf>, consultado el 27 de septiembre del 2015.

[**MEF, 2017**]: Ministerio de Energía y Minas del Perú, *Anuario Minero 2017*, https://gobpe-production.s3.amazonaws.com/uploads/document/file/98805/ANUARIO_MINERO_2017_1_.pdf, consultado el 8 de noviembre del 2018.

[**MINEM, 2017**]: Ministerio de Energía y Minas, *Estudios Ambientales DGAAM*, 2017, Lima, consultado el 30 de septiembre del 2015.

[**MINAM, 2015**]: Ministerio del Ambiente, *Legajo Ambiental (SINIA)*, <http://sinia.minam.gob.pe/procuraduria/>, consultado el 14 de octubre del 2015.

[**MINAMCH, 2015**]: Ministerio del Ambiente de Chile, *La Experiencia de Chile: Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes*, http://retc.minam.gob.pe/retcweb/sites/default/files/documentos/RETC_Chile_0.pdf, consultado el 14 de Octubre del 2015.

[**M.SQUIRE, 2016**]: Squire, Megan; *Mastering Data Mining with Python – Find patterns hidden in your data*; 2016, USA, consultado el 2 de diciembre del 2017.

[**PASTOR,+ , 2014**]: Carlos Alberto Pastor Carrasco, Carmen Isabel Villanueva Ipanaqué, *Adopción de m-government en el sector público*, <http://revistasinvestigación.unmsm.edu.pe/index.php/quipu/article/view/10080>, consultado el 30 de septiembre del 2015.

[**PEÑALVA, 2014**]: Peñalva, Jorge. El análisis de sentimiento. ¿Aplicación directa al negocio de las empresas?, 2014, México, <https://sentisis.com/aplicacion-analisis-sentimiento/>, consultado el 2 de junio del 2018.

[**P.LAK,+ , 2014**]: P. Lak, O. Turetken; *Star Ratings versus Sentiment Analysis -- A Comparison of Explicit and Implicit Measures of Opinions*, 2014, Hawaii – USA, consultado el 21 de enero del 2018.

[P.MARTINEZ,+,2011]: Martínez, Paloma; García-Serrano, Ana; *Una propuesta de estructuración del conocimiento para la adquisición de esquemas conceptuales de bases de datos a partir de textos*, 2011, España, <http://www.dia.fi.upm.es/~agarcia/publications/archivos/REV1.pdf> , consultado el 11 de noviembre del 2015.

[PROINVERSION, 2018]: ProInversión; *Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica*, 2018, Perú, <http://www.proinversion.gob.pe/MODULOS/LAN/landing.aspx?are=0&pfl=1&lan=13&tit=red-dorsal-de-fibra-%C3%B3ptica>, consultado el 8 de noviembre del 2018.

[S.BADARÓ,+,2013]: Badaró, Sebastián; Ibañez, Leonardo Javier; Agüero, Martín Jorge; *Sistemas Expertos: Fundamentos, Metodologías y Aplicaciones*, 2013, España, <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4843871.pdf> , consultado el 4 de noviembre del 2015.

[SCHIFFRIN, 2013]: Adriana Schiffrin, *Informe Ambiental Anual 2013 Argentina*, <http://www10.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2013/11720.pdf> , consultado el 14 de octubre del 2015.

[S.GUPTA,+, 2012]: Swati Gupta, Ritika Singhal; *Fundamentals and Characteristics of an Expert System*, 2012, India, http://www.ijritcc.org/download/IJRITCC_1324.pdf, consultado el 27 de Octubre del 2017.

[S.HOFMANN,+,2013]: Hofmann, Sara; Beverungen, Daniel; Rackers, Michael; Becker, Jorg; *What makes local governments' online communications successful? Insights from a multi-method analysis of Facebook*, 2013, Alemania, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740624X13000749>, consultado el 10 de Agosto del 2018.

[SNMPE,2018]: Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía; *Minería de Todos*, 2018, Perú, <http://www.mineriadetodos.com.pe/>, consultado el 29 de agosto del 2018.

[V.ROBLES,+,2012]: V. Robles Arenas, L. Sánchez Díaz, A. Castillo, J.M. Fernández Palacios, J. Benavente; *El Proyecto Conoce tus Fuentes: el catálogo web y participativo de los manantiales y fuentes de Andalucía*, 2012, España, <http://proyectoaguas.es/download/Articulos/2012.a6.pdf>, consultado el 7 de octubre del 2015.

ANEXO 1: Proyectos Utilizados para la Investigación

Fuente: Cartera de Proyectos Mineros para el 2018

N°	Proyecto	Operador	Región	Tipo de Mina	Mineral Principal	Inversión Global (millones de US\$)
1	Ampliación Toquepala	Southern Perú Copper Corporation, Sucursal del Perú	Tacna	Tajo abierto	Cobre	1255
2	Ampliación Marcona	Shougang Hierro Perú S.A.A.	Ica	Tajo abierto	Hierro	1300
3	Ampliación Shahuindo	Shahuindo S.A.C.	Cajamarca	Tajo abierto	Oro	109
4	Ampliación Pachapaqui	ICM Pachapaqui S.A.C.	Áncash	Subterránea	Zinc	117
5	Ampliación Toromocho	Minera Chinalco Perú S.A.	Junín	Tajo abierto	Cobre	1300
6	Ariana	Ariana Operaciones Mineras S.A.C.	Junín	Subterránea	Cobre	125
7	Corani	Bear Creek Mining Perú S.A.C.	Puno	Tajo abierto	Plata	585
8	Mina Justa	Marcobre S.A.C.	Ica	Tajo abierto	Cobre	1348
9	Pampa de Pongo	Jinzhao Mining Perú S.A.	Arequipa	Tajo abierto	Hierro	2500
10	Quecher Main	Minera Yanacocha S.R.L.	Cajamarca	Tajo abierto	Oro	300

11	Quellaveco	Anglo American Quellaveco S.A.	Moquegua	Tajo abierto	Cobre	4882
12	Relaves B2 San Rafael	Minsur S.A.	Puno	Tajo abierto	Estaño	200
13	Ampliación Bayóvar	Compañía Minera Miski Mayo S.R.L.	Piura	Tajo abierto	Fosfato	520
14	Ampliación La Arena (fase II)	La Arena S.A.	La Libertad	Tajo abierto	Oro	130
15	Ampliación Santa María	Compañía Minera Poderosa S.A.	La Libertad	Tajo abierto	Oro	114
16	Optimización Lagunas Norte	Minería Barrick Misquichica S.A.	La Libertad	Tajo abierto	Oro	540
17	Pukaqaqa	Nexa Resources Perú S.A.A.	Huancavelica	Tajo abierto	Cobre	706
18	Anubia	Anubia S.A.C.	Apurímac	Tajo abierto	Cobre	90
19	Corocochuayco	Compañía Minera Antapaccay S.A.	Cusco	Tajo abierto y subterránea	Cobre	590
20	Trapiche	El Molle Verde S.A.C.	Apurímac	Tajo abierto	Cobre	650
21	Zafranal	Compañía Minera Zafranal S.A.C.	Arequipa	Tajo abierto	Cobre	1160
22	Fosfatos Pacífico	Fosfatos del Pacífico S.A.	Piura	Tajo abierto	Fosfato	831
23	Haqaira	Minera Antares Perú S.A.C.	Apurímac	Tajo abierto y subterránea	Cobre	2824

24	Los Chancas	Southern Perú Copper Corporation, Sucursal del Perú	Apurímac	Tajo abierto	Cobre	2800
25	Magistral	Nexa Resources Perú S.A.A.	Áncash	Tajo abierto	Cobre	480
26	Ollachea	Minera Kuri Kullu S.A.	Puno	Subterránea	Oro	178
27	Quicay II	Corporación Minera Centaurus S.A.C.	Pasco	Tajo abierto	Oro	400
28	San Gabriel	Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.	Moquegua	Subterránea	Oro	450
29	Accha	Exploraciones Collasuyo S.A.C.	Cusco	Tajo abierto y subterránea	Zinc	346
30	Antilla	Panoro Apurímac S.A.	Apurímac	Tajo abierto	Cobre	603

ANEXO 2: Cuestionario aplicado a los participantes del estudio

1. Indique por favor su nombre y apellido
2. Indique el departamento en el cual nació y/o vivió la mayor parte de su vida
3. Ingresa desde un navegador al portal y da un vistazo rápido a la página principal. Califica el aspecto visual de la página principal de menos a más atractiva.
 - 1 Nada atractiva
 - 2 Un poco atractiva
 - 3 Normal
 - 4 Atractiva
 - 5 Muy atractiva
4. Sin haber revisado nada más que la página principal, ¿para qué crees que sirva este portal?
 - Muestra información de proyectos mineros
 - Permite recibir y entregar información sobre proyectos mineros
 - Es un portal educativo sobre minería
 - Otro: _____
5. ¿Puedes realizar sin ayuda el proceso de registro?
 - Si
 - No
6. ¿Qué te pareció la experiencia del registro?
 - 6.1. Facilidad de uso
 - 1 Demasiado complicado
 - 2 Complicado
 - 3 Regular
 - 4 Fácil
 - 5 Muy fácil
 - 6.2. Tiempo de respuesta
 - 1 Muy lento
 - 2 Lento
 - 3 Regular
 - 4 Rápido
 - 5 Muy rápido

7. ¿Puedes realizar búsquedas de proyectos sin problemas?
- Si
 - No
8. ¿Qué te pareció la experiencia de la búsqueda de proyectos?
- 8.1. Facilidad de uso
- 1 Demasiado complicado
 - 2 Complicado
 - 3 Regular
 - 4 Fácil
 - 5 Muy fácil
- 8.2. Tiempo de respuesta
- 1 Muy lento
 - 2 Lento
 - 3 Regular
 - 4 Rápido
 - 5 Muy rápido
9. ¿Qué te pareció la claridad de la información en el detalle de cada proyecto?
- 1 Nada entendible
 - 2 Poco entendible
 - 3 Algo entendible
 - 4 Entendible
 - 5 Muy entendible
10. ¿Puedes comentar sobre algún proyecto de tu interés en la plataforma?
- Si
 - No
11. ¿Qué te parece esta iniciativa para promover la participación de la población en la evaluación de proyectos mineros?
- Muy útil, lo usaría y recomendaría a mis amigos ya que creo que aporta una solución.
 - Útil, aunque creo que podría no mejorar el problema.
 - Es una buena iniciativa, pero no aporta en mucho.
 - No aporta al problema, no lo usaría.
12. Déjanos por favor algún comentario o sugerencia sobre la plataforma.

ANEXO 3: Lista de Miembros de la Muestra

Nro	Nombre	DNI	Departamento de Procedencia o Interés
1	Elías Velez	****2937	Ancash
2	Rómulo Lomparte	****4189	Ancash
3	Cristhian De la Cruz	****4339	Ancash
4	Jhonatan Carranza	****3796	Ancash
5	Kathlen Apaza	****8229	Arequipa
6	Jacqueline Vera	****3353	Arequipa
7	José Chumán	****7906	Arequipa
8	Sandra Silva	****3356	Cajamarca
9	Jose Quintanilla	****7569	Cuzco
10	Marvin Mayhua	****5235	Huancavelica
11	Alfonso Bartra	****3391	Huánuco
12	Yuliana Flores	****2766	Huánuco
13	Yolanda Carhuayo	****6495	Ica
14	Jhonatan León	****1378	Junín
15	George Urbina	****8279	La Libertad
16	Juan Quine	****6060	La Libertad
17	Pierre Alejandria	****8788	Lambayeque
18	Misael Fonseca	****3190	Arequipa
19	Gustavo Latorre	****7086	Lima
20	Tayra D'Ambrosio	****3540	Amazonas
21	karent Checcllo	****8627	Lima
22	Moisés Ortega	****1455	Ancash
23	María Bojanich	****2033	Lima
24	Manuel Ríos	****9759	Loreto
25	Italo Pezo	****3500	Loreto
26	Alejandro Cardenas	****8821	Moquegua
27	Carlos Palacios	****9557	Piura
28	Arthur Dioses	****8980	Piura
29	Raul Barrantes	****2142	San Martín
30	Josh Luque	**** 9064	Tacna

ANEXO 4: Recursos y Presupuesto

N°	Personal	Cantidad	Pago Mensual	Meses	Importe
1	Desarrollador principal	1	S/.2500	7	S/17500
2	Desarrollador auxiliar	1	S/.1500	7	S/10500
Subtotal					S/.28000

Tabla 0.1 Costos de desarrollo del software
Fuente: Elaboración Propia

N°	Material	Cantidad	Costo Unitario	Importe
1	Laptop Dell Latitude E7490	1	S/.4500	S/.4500
2	Laptop Dell 14 I5-5300U	1	S/.2300	S/.2300
3	AWS EC2 t2.micro	1	S/.0.32 por hora (en alta demanda)	S/300.0 por año (por free tier)
4	Meaning Cloud	1	S/.300 al año	S/300.0 por año
Subtotal				S/.7400

Tabla 0.2 Costo de bienes de software y servicios de software
Fuente: Elaboración Propia

N°	Descripción	Importe
1	Costos del desarrollo de software	S/.28000
2	Costo de bienes de software y servicios de software	S/.7400
Total		S/.35400

Tabla 0.3 Costo total
Fuente: Elaboración Propia