CORANTIOQUIA

CORANTIOQUIA - Oficina Territorial Aburrá Norte Medellín
COMUNICACIONES OFICIALES INTERNAS
YESID ARBOLEDA BUILES/ARENERA BUILES
Fecha: 11-mar-2021 12:11 PM Pág: 2
Anexos: 1
Archivar en:
Radicado por: Dorian Montoya Vanegas

160AN-COI2103-6043
Favor citar este número al responder

Señor
YESID ARBOLEDA BUILES
Representante legal
ARENERA BUILES Y CIA LTDA
Calle 59 D No.65 E-80 Interior 115
Vereda Primavera
Teléfono 448 28 54
Bello - Antioquia

Asunto: Inscripción como gestor de residuos de Construcción y Demolición- RCD- cuya actividad será la Disposición Final.

De acuerdo al oficio con radicado interno N° 160AN-COE2009-27799 del 25 de septiembre de 2020, en el cual usted solicita ser inscrito como gestor de gestor de residuos de Construcción y Demolición- RCD-cuya actividad será la Disposición Final en el predio La Delgadita, vereda Primavera del municipio de Bello, nos permitimos informarle que a través del Informe Técnico N° 160AN–IT2011–10908 del 13 de noviembre de 2020, se analizó la información entregada por usted.

Por lo anterior, me permito informarle que la ARENERA BUILES Y CIA LTDA; Nit. 890.937.232-3, será registrada ante esta corporación, como gestor de RCD cuya actividad será la Disposición Final en el predio La Delgadita, vereda Primavera del municipio de Bello.
El registro de inscripción podrá consultarse en el link http://www.corantioquia.gov.co/SitePages/gestiointegralresiduossolidos.aspx o en

Corantioquia está comprometida con el tratamiento legal, lícito, confidencial y seguro de sus datos personales. Por favor consulte nuestra Política de Tratamiento de datos personales en nuestra página web: www.corantioquia.gov.co

CON EL CORAZÓN

CORANTIOQUIA

la página web de CORANTIOQUIA, ruta TEMATICAS/residuos sólidos/LISTADO DE GESTORES DE RCD REGISTRADOS ANTE CORANTIOQUIA.

Para su conocimiento, le adjunto el informe técnico N°160AN–IT2011–10908 del 13 de noviembre de 2020, para que tenga en cuenta las recomendaciones que le compete a la sociedad ARENERA BUILES Y CIA LTDA, en cumplimiento con las obligaciones como gestor de RCD.

Cordialmente,



HERNANDO LÓPEZ GONZALEZ

Jefe Oficina Territorial Aburrá Norte

Respuesta a: Informe Técnico N° 160AN–IT2011–10908 del 13 de noviembre de 2020
Anexo: Informe Técnico N° 160AN–IT2011–10908 del 13 de noviembre de 2020
Copia: Subdirección de Sostenibilidad y Gestión Territorial

Asignación: AN-20-8370
Elaboró: Martha Cecilia García Villegas
Revisó: Juan Carlos Vasco López

Fecha de elaboración: 09/03/2021

Corantioquia está comprometida con el tratamiento legal, lícito, confidencial y seguro de sus datos personales. Por favor consulte nuestra Política de Tratamiento de datos personales en nuestra página web: www.corantioquia.gov.co

CON EL CORAZÓN

AN3-00-123.

Febrero 26 de 2018

CORANTIOQUIA
COMUNICACIONES OFICIALES EXTERNAS
ARENERA BUILES Y CIA LTDA
Fecha: 28-feb-2018 01:53 PM Pág: 1
Anexos: 193 páginas, 5 planos un cd
Archivar en: 130AN3-2000-123*ARENERA LOS BUILES
Radicado por: Olga Andrea Castro Garcia

160AN-COE1802-6803
Favor citar este número al responder

Doctora
LAURA CATALINA GIL SALAZAR
Directora
Ofician Territorial
Aburra Norte
CORANTIOQUIA

Referencia: Cumplimiento de Mediante Acto Administrativo 130AN-1310-24041

Cordial Saludo

- Elaboración solicitud de emisiones atmosféricas
- Plan de manejo ambiental
- Plan de abandono de la arenera

Con respecto a lo anterior le informamos lo siguiente:

Mediante solicitud radicada con el No. 160-1602-746 del 16 de Febrero de 2016 se solicitó el permiso de Emisiones Atmosféricas. Expediente AN 6 2016-

Se hace entrega del **Plan de Manejo Ambiental** Para la **Arenera Builes y Cía. Ltda.** el cual contiene entre otros temas los siguientes

- Descripción del proyecto.
- Evaluación de impactos ambientales
- Medidas de manejo ambiental
- Programas de manejo ambiental
- Plan de cierre y abandono

De antemano agradezco su colaboración y estamos atentos a cualquier duda e inquietud,

Atentamente,

YESID ALEXANDER ARBOLEDA BUILES
Cedula de Ciudadanía No. 71.228.360
Representante legal
ARENERA BUILES Y CIA LTDA

1802-6803

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

ARENERA BUILES Y CIA LTDA.



MUNICIPIO DE BELLO

2018

1802-6803

CONTENIDO

1. RESUMEN EJECUTIVO 13
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. 13
1.2 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 13
1.3 MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL 14
2. INTRODUCCIÓN 15
3. OBJETIVOS 16
4. METODOLOGIA 16
4.1 FASE PRELIMINAR: 16
4.2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA: 17
4.3 BASE CARTOGRÁFICA DEL ÁREA 17
4.4 FASE DE CAMPO: 17
4.5 FASE DE ANÁLISIS Y PROYECTOS 17
4.6 FASE DE DISEÑO DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL 17
5. ALCANCE 17
6. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 18
6.1 LOCALIZACIÓN 18
6.2 INFORMACIÓN GENERAL 19
6.2.1 Vías de acceso 19
6.2.2 Servicios públicos domiciliarios 20
6.2.1.1 Energía 20
6.2.1.2 Servicio de Aseo: 20
6.2.1.3 Acueducto: 20
6.2.1.4 Servicio público de alcantarillado: 20
6.2.3 Personal 21
6.2.4 Horario de trabajo y de atención al usuario 21
7. OPERACIÓN 21
7.1 CÁLCULO Y UBICACIÓN DE RECURSOS 22
7.2 ZONAS MARGINALES Y NO INTERVENIDAS 24
7.2.1 Zonas marginales 24
7.2.2 Zonas no intervenidas 24
7.3 OPERACIÓN 25

7.4 PRODUCCIÓN Y VIDA ÚTIL DE LA MINA....26
7.5 VIDA ÚTIL DE MINA....26
7.6 DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES UNITARIAS....26
7.6.1 Adecuación de vías:....27
7.6.2 Descapote:....27
7.6.3 Arranque:....27
7.6.4 Acopio Provisional:....27
7.6.5 Transporte:....27
7.6.6 Acopio y despacho:....28
7.7 TIPO DE SISTEMA DE EXPLOTACIÓN....28
7.8 AFECTACIÓN AL NIVEL FREÁTICO....28
7.9 MANEJO Y DISPOSICIÓN DE ESTÉRILES.....28
8. MÉTODO Y SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN....29
8.1 PARÁMETROS GEOTÉCNICOS....29
8.2 PARÁMETROS GEOMÉTRICOS....30
8.3 DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA MINA....31
8.3.1 Altura del banco de trabajo....31
8.3.2 Ancho de tajo....31
8.4 DISEÑO GEOMÉTRICO DEL FRENTE DE EXPLOTACIÓN ACTUAL....32
8.5 VÍAS EXISTENTES....35
8.6 NUEVOS ACCESOS....35
9. BENEFICIO.....35
9.1 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE BENEFICIO Y TRANSFORMACIÓN.....35
9.1.1 Infraestructura....36
9.1.1.1 Tanques desarenadores....36
9.1.1.2 Canal de transporte de la pulpa....37
9.1.1.3 Edificaciones....38
9.1.1.4 Vías internas....39
9.1.2 Consumo de agua....39
9.1.2.1 Toma y transporte de agua.....39
9.1.2.2 Consumo de agua....40
9.2 EQUIPOS.....41
9.2.1 Retroexcavadora....41
9.2.2 Retroexcavadora cargadora mixta (buldócer)....42
9.3 COMBUSTIBLES Y OTROS INSUMOS....43

9.4 PRODUCCIÓN DE MATERIALES ÚTILES EN METROS CÚBICOS O EN TONELADAS AL AÑO 48
9.5 RELACIÓN DE MATERIALES ÚTILES CON LOS MATERIALES ESTÉRILES. 48
10. GENERACIÓN DE RESIDUOS 49
10.1 RESIDUOS LÍQUIDOS 49
10.1.1 Aguas residuales industriales: 49
10.1.1.1 Construcción de sedimentadores 51
10.1.1.2 Disminución del caudal vertido. 52
10.1.1.3 Cronograma 53
10.1.1.4 Aguas residuales domésticas 54
10.1.2 RESIDUOS SOLIDOS 55
11. DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE ESTUDIO. 57
11.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA ESTUDIO 57
11.2 ASPECTOS FÍSICOS 60
11.2.1 Geología y Geomorfología 60
11.2.1.1 Geología 60
11.2.1.2 Geomorfología 60
11.2.2 Zona de vida 61
11.2.3 Aspectos hidrológicos 61
11.2.3.1 Quebrada La García 62
11.2.4 Componentes atmosféricos 63
11.2.5.1 Vientos - Rosas de vientos 64
11.2.5.2 Temperatura superficial 67
11.2.5.3 Radiación solar 70
11.2.5.4 Humedad relativa 72
11.2.5.5 Presión atmosférica 74
11.2.6 Aire 76
11.2.7.1 Material partículado 76
11.2.7.2 MÉTODOS DE MUESTREO 78
11.2.7.3 Equipo de Muestreo para Material Particulado menor a 10 micras 78
11.2.7.4 Calibración del Equipo 79
11.2.7.5 Equipos de Flujo Másico 80
11.2.7.6 Determinación de la Concentración de Partículas 80
11.2.7.7 Resultados y análisis 83
11.2.7.8 OBSERVACIONES 86

11.2.7.9 CONCLUSION 86
11.2.8 Suelo 86
11.2.8.1 Capa orgánica 86
11.2.8.2 Limo 86
11.2.8.3 Arena 87
11.2.8.4 Estabilidad 87
11.2.9 Paisaje 87
11.2.10.1 Paisaje modificado 87
11.2.10.2 Paisaje alterado sin tratamiento 87
11.2.10.3 Paisaje modificado 87
11.2.10.4 Paisaje virgen 87
11.3 ASPECTOS BIÓTICOS 87
11.3.1 Flora 88
11.3.2 Fauna 90
11.3.2.1 Mamíferos 91
11.3.2.2 Aves 91
11.3.2.3 Herpetofauna 92
11.3.3 Análisis de la información 93
11.3.4 Índice de Valor de Importancia (IVI) 93
11.3.5 Variables Dasométricas 93
11.3.5.1 Fauna 93
11.3.6 Resultados 94
11.4 MEDIO SOCIAL 117
11.4.1 Actividad económica del municipio 117
11.4.2 Población 118
11.4.3 Caracterización socio económica 119
12. POLÍTICA AMBIENTAL 120
12.1 OBJETIVO 120
12.2 COMPROMISOS 120
12.3 ALCANCE 120
12.4 SISTEMA DE GESTION AMBIENTAL 121
13. EVALUACIÓN AMBIENTAL ANÁLISIS DE IMPACTOS 121
13.1 IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES CON PROYECTO 121
13.2 METODOLOGÍA 122
13.2.1 Identificación de los factores del ambiente 122

13.2.2 Identificación de los impactos 122
13.2.3 Calificación y valoración de los impactos 122
13.2.4 Calificación de los impactos 122
13.2.4.1 Signo (naturaleza) 122
13.2.4.2 Intensidad (IN) 123
13.2.4.3 Extensión (Ex) 123
13.2.4.4 Momento (Mo) 124
13.2.4.5 Persistencia o duración (PE) 124
13.2.4.6 Reversibilidad (RV) 125
13.2.4.7 Recuperabilidad (MC) 126
13.2.4.8 Sinergia (SI) 127
13.2.4.9 Acumulación (AC) 128
13.2.4.10 Efecto (EF) 129
13.2.4.11 Periodicidad (PR) 130
13.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES DEL AMBIENTE 133
13.4 IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS 136
13.5 VALOR Y CLASIFICACIÓN DE IMPACTOS 136
14. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL 137
14.1 GENERALIDADES 137
14.2 PROGRAMAS Y FICHAS AMBIENTALES 138
14.3 EQUIPO AMBIENTAL Y RESPONSABILIDADES 139
14.4 PROGRAMA DE GESTIÓN SOCIAL 140
14.5 PROGRAMA DE MANEJO DE AGUAS 145
14.6 PROGRAMA DE CONTROL DE EMISIONES 152
14.7 PROGRAMA DE MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS 155
14.8 PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE ECOSISTEMAS ACUÁTICOS Y TERRESTRES .. 157
14.9 PROGRAMA DE MANEJO DE SUELOS 164
14.10 PROGRAMA DE MANEJO DE SEÑALIZACIÓN 167
15. PROGRAMA DE CIERRE, REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN DE TIERRAS. 171
15.1 PLAN DE CIERRE INICIAL 171
15.2 Objetivos 171
15.3 Actividades de cierre 171
15.4 PROGRAMA DE CIERRE PROGRESIVO 172
15.5 ACTUALIZACIÓN PLAN DE CIERRE INICIAL 172
15.6 PLAN DE CIERRE FINAL 173

16. PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO 174
17. PLAN DE EMERGENCIA 176
17.1 ANALISIS DE RIESGOS 176
17.1.1 Definición 176
17.2 OBJETIVO 176
17.3 METODOLOGIA 176
17.4 IDENTIFICACION DE AMENAZAS 177
17.4.1 Amenazas debidas a causas naturales 177
17.4.2 Amenazas antrópicas 177
17.5 VULNERABILIDAD 179
17.6 PLAN DE CONTINGENCIA 179
18. BIBLIOGRAFÍA 184

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Personal distribuido por áreas 21
Tabla 2 Volúmenes de los bloques de reservas 23
Tabla 3 Volúmenes de totales de explotación. 25
Tabla 4 Escala de producción 26
Tabla 5 Vida útil del yacimiento 26
Tabla 6 Parámetros Geotécnicos 29
Tabla 7 Parámetros Geo-métricos 30
Tabla 8: Capacidad de los tanques desarenadores 36
Tabla 9 Resultados de monitoreo 48
Tabla 10 Calculo de la carga contaminante 48
Tabla 11 parámetros y valores 49
Tabla 12 Descripción del vertimiento industrial 49
Tabla 13 Calculo carga contaminante entrada a los sedimentadores 50
Tabla 14. Calculo carga contaminante salida de los sedimentadores 50
Tabla 15 Calculo de eficiencias y remociones tratamiento primario 50
Tabla 16 Relación del vertimiento de la PTARI con la normatividad (Decreto 1594/84) 51
Tabla 17 Generación aguas residuales empleados 54

Tabla 18 Generación aguas residuales cafetería 55

Tabla 19 Generación de residuos solidos 55

Tabla 20 Localización geográfica, altura sobre el nivel del mar y punto cardinal que delimita el terreno de la arenera los Builes, municipio de Bello, departamento de Antioquia-Colombia. 58

Tabla 21 variables monitoreadas 63

Tabla 22 Velocidades máximas y velocidades promedio diurnas y nocturnas en la estación BEL-USBV en el semestre enero– junio de 2016. 65

Tabla 23 La temperatura promedio para el período enero – junio en la estación BEL-USBV fue igual a 21,6 °C. 68

abla 24 Radiación solar promedio mensual en las horas de insolación y máximos horarios en la estación BEL-USBV en el período enero - junio de 2016. 71

Tabla 25 Valores horarios máximos, mínimos y promedios de la humedad relativa en la estación BEL-USBV en el período enero - junio de 2016. 73

Tabla 26 Valores horarios máximos, mínimos y promedios de la presión atmosférica en la estación BEL-USBV en el semestre enero - junio de 2016. 75

Tabla 27 Datos calibración PM10 ubicado en Punto 1 Oficinas. 81

Tabla 28 Datos calibración PM10 ubicado en Punto 2 Botadero. 82

Tabla 29 Valores límites de exposición a contaminantes. 84

Tabla 30 Resultados concentración PM10 punto 1 OFICINAS 84

Tabla 31 Resultados concentración PM10 punto 1 BOTADERO. 84

Tabla 32. Localización de las parcelas 88

Tabla 33 Vegetación presente entre el tramo de la oficina y antes de la explotación actual en la arenera Los Buile. 94

Tabla 34. Índice de Valor de Importancia (IVI) para las especies arbóreas presentes en la Parcela N° 1 (Aguacatillal) durante el análisis de la flora en la arenera Los Builes 100

Tabla 35. Índice de Valor de Importancia (IVI) para las especies arbóreas presentes en la Parcela N° 2 (Arrayanal) durante el análisis de la flora en la arenera Los Builes, 101

Tabla 36 Índice de Valor de Importancia (IVI) para las especies arbóreas presentes en la Parcela N° 3 (Uvital) durante el análisis de la flora en la arenera Los Builes. 102

Tabla 37 Valores del Área Basal (m^2/ha), Índice de Shannon y Densidad (N° de individuos/ha) para las asociaciones vegetales registradas durante el análisis de la flora en la arenera Los Builes. 104

Tabla 38 Familia y especies perteneciente a los mamíferos que fueron registradas en la arenera Los Builes, municipio de Bello. 105

Tabla 39. Grupos tróficos reportados para las especies de mamíferos encontrados en el estudio del terreno de la arenera los Builes. 107

Tabla 40. Distribución de las especies de mamíferos de acuerdo a las características del hábitat en terrenos de la arenera los Builes, municipio de Bello-Antioquia. 108

Tabla 41 Diferentes especies de aves presentes en la arenera los Builes, municipio de Bello-Antioquia. Fuente: literatura, entrevistas a los habitantes de la región y observaciones de campo. 110

Tabla 42. Distribución de las especies de aves de acuerdo a las características del hábitat en terrenos de la arenera los Builes. 113

Tabla 43 Grupos tróficos en los que se distribuyen las especies de aves registradas en la arenera los Builes municipio de Bello-Antioquia. 115

Tabla 44 Presupuesto de ingresos municipio de bello para el año 2017 119

Tabla 45 Criterios empleados para calificar los impactos en la arenera Los Builes 130

Tabla 46. Rangos de calificación para la clasificación del impacto en la arenera Los Builes, Bello-Antioquia (Fuente: Conesa-Fernández y Vítora, 2010) 132

Tabla 47 Rangos de calificación para la clasificación del impacto en la arenera Los Builes, (Fuente: Conesa-Fernández y Vítora, 2010). 133

Tabla 48 Identificación de los factores del ambiente afectados 134

Tabla 49 Clasificación de los impactos Arenera los Builes 136

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Localización del proyecto.....19

Ilustración 2 Vías de Acceso 20

Ilustración 3 Ubicación de los bloques a explotar 23

Ilustración 4 Zonas Marginales.....25

Ilustración 5: Ciclo de la operación minera. 26

Ilustración 6 Bloques de explotación. 30

Ilustración 7 Método de explotación por terrazas y bancos 31

Ilustración 8 Geometría de los taludes de trabajo. 32

Ilustración 9: Topografía del frente actual 32

Ilustración 10: Perfil longitudinal del frente actual. 33

Ilustración 11: Secuencia de explotación por terrazas.....33

Ilustración 12: Geometría Final del frente de explotación actual. 34

Ilustración 13_ Perfil de la geometría final del frente actual. 34

Ilustración 14 cálculo de canal transportador de pulpa 37

Ilustración 15 captación Quebrada la Echavarría 39

Ilustración 16 captación Quebrada el Barro 40

Ilustración 17 puntos posibles de ubicación de sistema de recirculación 53

Ilustración 18 Porcentaje de generación de residuos 56

Ilustración 19 Localización del Municipio de Bello en el Área Metropolitana.....57

Ilustración 20 imites del municipio de bello 58

Ilustración 21. Localización del área de estudio e imagen aérea de la arenera de los Builes en el municipio de Bello, Antioquia-Colombia 59

Ilustración 22 red hídrica municipio de Bello.....63

Ilustración 23 Rosa de los vientos.....64

Ilustración 24 Ciclo diurno de la velocidad del viento en la estación BEL-USBV: (a) Mes de junio. (b) Período enero –junio de 2016. 64

Ilustración 25 Rosas de viento de la estación BEL-USBV para el mes de junio y el período enero - junio del 2016: (a) Rosa de viento total, (b) Rosa de viento diurna, (c) Rosa de viento nocturna, (d) Rosa de contaminación PM10, (e) Rosa de contaminación NO2, (f) Rosa de contaminación O3. 67

Ilustración 26 Ciclo diurno de la temperatura en la estación BEL-USBV: (a) Mes de junio. (b) semestre enero– junio de 2016. 69

Ilustración 27 Temperatura promedio diaria en la estación BEL-USBV: (a) Mes de junio. (b) semestre enero– junio de 2016. 70

Ilustración 28. Ciclo diurno de la radiación solar en la estación BEL-USBV: (a) Mes de junio (b) Período enero - junio de 2016.....71

Ilustración 29 Radiación solar promedio mensual en las horas de insolación en la estación BEL-USBV: (a) Mes de junio (b) Período enero - junio de 2016. 72

Ilustración 30 Ciclo diurno de la humedad relativa en la estación BEL-USBV. (a) Mes de junio. (b) Período enero – junio de 2016. 73

Ilustración 31 Promedio mensual de humedad relativa en la estación BEL-USBV. (a) Mes de junio. (b) Período enero - junio de 2016. 74

Ilustración 32 Ciclo diurno de la presión atmosférica en la estación BEL-USBV. (a) Mes de junio. (b) semestre enero - junio de 2016.....75

Ilustración 33. Localización de puntos de monitoreo. 76

Ilustración 34 Descripción de un muestreador de alto volumen PM10. 79

Ilustración 35 Curva de calibración PM10 ubicado en Punto 1 Oficinas. 82

Ilustración 36 Curva de calibración PM10 ubicado en Punto 2 Botadero.....83

Ilustración 37 Curva de Concentraciones de Partículas. 85

Ilustración 38 Distribución de frecuencias de los taxones relacionados con la vegetación presente en diferentes tramos de análisis durante la descripción de la Flora presente en la arenera los Builes, municipio de Bello-Antioquia. 96

Ilustración 39 Distribución de frecuencias de los taxones dominantes de la vegetación presente en las áreas más perturbadas en la arenera los Builes, municipio de Bello-Antioquia. 98

Ilustración 40 Comportamiento del Índice de Valor de Importancia (IVI) relativizado para las especies arbóreas presentes en la Parcela N° 1 (Aguacatillal) durante el análisis de la flora en la arenera Los Builes, municipio de Bello-Antioquia. 101

Ilustración 41 Comportamiento del Índice de Valor de Importancia (IVI) relativizado para las especies arbóreas presentes en la Parcela N° 2 (Arrayanal) durante el análisis de la flora en la arenera Los Builes, municipio de Bello-Antioquia. 102

Ilustración 42 Comportamiento del Índice de Valor de Importancia (IVI) relativizado para las especies arbóreas presentes en la Parcela N° 3 (Uvital) durante el análisis de la flora en la arenera Los Builes, municipio de Bello-Antioquia. 103

Ilustración 43 Cambios en los valores del Área Basal (m^2/ha), Índice de Shannon y de la Densidad (Nº de individuos/ha) para las asociaciones vegetales registradas durante el análisis de la flora en la arenera Los Builes, municipio de Bello-Antioquia. 104

Ilustración 44 Grupos tróficos a los que pertenecen los mamíferos presentes en la arenera Los Builes, municipio de Bello, departamento de Antioquia-Colombia. 108

Ilustración 45Preferencia de hábitats por parte de las especies de los mamíferos presentes en la arenera Los Builes, municipio de Bello, departamento de Antioquia-Colombia.....109

Ilustración 46 Estructura numérica teniendo en cuenta la familia de la comunidad de aves, presentes en la arenera Los Builes, municipio de Bello, departamento de Antioquia-Colombia. 112

Ilustración 47 Preferencia de hábitats por parte de las especies de aves presentes en la arenera Los Builes, municipio de Bello, departamento de Antioquia-Colombia.....114

Ilustración 48 Grupos tróficos a los que pertenecen las aves presentes en la arenera Los Builes, municipio de Bello, departamento de Antioquia-Colombia.....116

Ilustración 49 Población de hombres y mujeres municipio de Bello (Secretaria de Planeación Bello, Encuesta de calidad de Vida expandida, 2009).....118

Ilustración 50 Total presupuestos de ingreso para el año 2017 municipio de bello 119

Ilustración 51 clasificación de impactos Arenera los Builes.....137

1. RESUMEN EJECUTIVO

La formulación y desarrollo del presente documento, el cual contiene el Estudio de Impacto Ambiental y el Plan de Manejo Ambiental de la **ARENERA BUILES Y CIA LTDA,** está realizado cumpliendo con la legislación ambiental existente y de acuerdo con los Términos de Referencia para "Explotación de Proyectos en Minería a Cielo Abierto", fijados por Corantioquia, contiene la descripción técnica del proyecto, los componentes ambientales localizados en el área de interés, la identificación y evaluación de los efectos causado por el proceso de la extracción de arena sobre los componentes ambientales, así como los planes, programas y medidas de prevención, mitigación, corrección y rehabilitación requeridos para asegurar el normal desarrollo de la actividad minera en armonía con la conservación de los recursos naturales y el medio ambiente.

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

El registro minero de cantera RMC-049, **ARENERA BUILES Y CIA LTDA** se halla ubicado en la vereda La primavera del municipio de Bello, al norte del Área Metropolitana del Valle de Aburra; el polígono del área de interés está dentro de las planchas del IGAC 146-II-A a escala 1:25000.

Su actividad principal es la extracción y comercialización de arena, producto de la descomposición del batolito de ovejas existente en el área.

El método de explotación es de tipo a cielo abierto por medio de terrazas y bancos y La extracción se realiza de manera mecánica por retroexcavadora

El material arrancado se dispone en un acopio provisional, ahí se procede a su preparación en forma de pulpa acuosa con una relación de 1 de material por 3 de agua. Este material es dirigido a un surco natural que esta al costado del frente de exploración, aprovechando la gravedad y el estado acuoso en el que se halla; la distancia que recorre en el surco natural es de 800 metros, luego llega a un canal en concreto el cual lo encamina a los tanques de sedimentación.

Para realizar el método para la selección del sitio de explotación, se tienen en cuenta los siguientes aspectos;

- Determinar un sitio que permita la realización de extracción material de una manera económica,
- Minimizar los efectos del impacto ambiental.
- Lograr conformidad entre las autoridades ambientales y la comunidad.

1.2 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

El análisis realizado comprende la identificación y valoración de los efectos ocasionados por la explotación minera, en tal sentido, contiene la caracterización, clasificación y

calificación, de los impactos ocasionados, evaluación orientada hacia el diseño de las medidas de manejo ambiental requeridas para desarrollar las actividades y operaciones de la Cantera.

Conforme a la evaluación realizada, los impactos ambientales de mayor relevancia se encuentran asociados a la remoción de suelos, operación de frentes de explotación, conformación de depósitos de excedentes de excavación, entre otras actividades que introducen modificaciones en las características y propiedades de los suelos intervenidos, así como también el cambio de uso de los mismos, alteraciones en la geomorfología y paisaje originales e incremento potencial de los procesos geofísicos referentes a erosión, aporte de sedimentos e inestabilidad de taludes, aspectos que fueron considerados de manera detallada en el Plan de Manejo Ambiental formulado.

Los efectos sobre el componente atmosférico son de carácter moderado o bajo, los cuales se hayan relacionados con las emisiones de material particulado (polvo) inherentes a la operación de la extracción de arena.

La remoción de la cobertura vegetal y suelos en las áreas de minería y su incidencia sobre los procesos ecológicos constituyen los impactos de mayor interés sobre el componente biótico. Sin embargo, dado el grado de intervención de la vegetación presente en el área de la concesión antes del inicio de la minería, dicho efecto varía de bajo a moderado.

Los impactos sobre el componente socio-económico son de carácter positivo destacándose la incorporación del proyecto al desarrollo local y regional a través de la generación de empleo, mejoramiento del nivel de ingresos, demanda de bienes y servicios, etc.

1.3 MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL

La protección ambiental es uno de los principales objetivos de la **ARENERA BUILES Y CIA LTDA**, orientado hacia el cumplimiento total de las normas ambientales establecidas por la legislación Colombiana y las políticas de la empresa.

El Plan de Manejo Ambiental, considera la prevención, minimización, corrección, compensación o rehabilitación de los efectos ambientales ocasionados en desarrollo de las actividades propias de la extracción de arena a través de programas específicos para cada caso.

El desarrollo y operación del proyecto considera la implementación de las medidas y especificaciones contenidas en el Estudio, con el fin de asegurar el cumplimiento de la normatividad ambiental existente. Así mismo, considera la evaluación de los impactos

ambientales reales y aquellos inicialmente previstos, orientada hacia la optimización y mejoramiento continuo de las actividades mineras y de control ambiental.

Se ha dado especial atención al Programa de Restauración Morfológica y Rehabilitación de áreas Intervenidas por la actividad minera, buscando en lo posible la implementación de alternativas conforme a la proyección de nuevas aptitudes de uso.

Otros programas ambientales están orientados hacia la protección de la calidad y disponibilidad de aguas superficiales, suelos, el control de emisiones atmosféricas y el mantenimiento de la calidad del aire.

De igual forma, se ha diseñado un programa de monitoreo de las operaciones mineras y de los componentes ambientales para detectar efectos ambientales adversos, asegurar el cumplimiento de las normas ambientales existentes e implementar acciones correctivas y ajustes al Plan de Manejo establecido cuando ello sea necesario. Los programas considerados que los conforman comprenden:

- Programas de Gestión Social
- Programa de manejo de aguas.
- Programa de control de emisiones.
- Programa de Cierre, rehabilitación y recuperación de tierras.
- Programa de Manejo y Disposición Final de Residuos Sólidos
- Programa de Protección de Ecosistemas acuáticos y terrestres
- Programa de Seguimiento
- Programa de Monitoreo

2. INTRODUCCIÓN

Un Plan de Manejo Ambiental (PMA) "Es el conjunto detallado de actividades, que producto de una evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad. Incluye los planes de seguimiento, monitoreo, contingencia, y abandono según la naturaleza del proyecto, obra o actividad".

El medio ambiente es la fuente de los recursos que abastece al ser humano de las materias primas y energía que necesita para su desarrollo, por lo cual precisa una relación esencial y directa entre sí. Sólo una parte de estos recursos es renovable y por tanto se requiere de un manejo racional y cuidadoso para evitar que un uso desordenado que conduzca a una situación irreversible.

Siendo conscientes de esta interacción, se estructura el Plan de Manejo Ambiental (PMA) para la ARENERA **BUILES Y CIA LTDA**, ubicada en la vereda Primavera del municipio de Bello.

El PMA tiene como fin brindar las herramientas necesarias para realizar un buen manejo de los elementos constituyentes del componente ambiental (físico, biótico y social), durante el desarrollo de las actividades propias de la Cantera, es dinámico y está sujeto a modificaciones, de acuerdo al comportamiento y resultados obtenidos entre la interacción de las actividades a desarrollar.

Es posible que algunos programas ambientales deban ser ajustados, modificados y complementados, o por el contrario, se evidencie la necesidad incluso de un nuevo PMA para controlar algún impacto ambiental no previsto a futuro o de acuerdo a normatividad ambiental nueva que se presente para el desarrollo de este tipo de actividades.

3. OBJETIVOS

- Identificar los impactos ambientales asociados a las actividades que se desarrollan en la cantera **ARENERA BUILES Y CIA LTDA** que están orientados a la prevención, mitigación, corrección y/o compensación ambiental.
- Formular los sistemas de gestión ambiental requeridos para el tratamiento sostenible de los impactos ambientales encontrados.
- Desarrollar y estandarizar procedimientos para que la gestión operativa del proyecto, sea compatible con los recursos disponibles desde una óptica técnica, económica, social y ambiental.
- Proporcionar las herramientas para la capacitación del personal en temas ambientales.

4. METODOLOGIA

La metodología empleada para realizar el presente estudio consistió en las siguientes fases:

4.1 FASE PRELIMINAR:

Mediante las siguientes actividades se logrará recopilar la mayor información (primaria y secundaria) del proyecto minero de sus características, limitaciones y potencialidades.

4.2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA:

Se recopilará toda la información existente relacionada con la geología regional y local, geología estructura, hidrología y estudios ambientales.

Basado en la información obtenida durante el proceso de revisión se procederá a designar o ubicar aquellos puntos donde se debe realizar la explotación.

4.3 BASE CARTOGRÁFICA DEL ÁREA

Se realizó la revisión de la cartografía del área, para lo cual adquirió as planchas topográficas disponibles en el IGAC (1:25000) del área seleccionada, una vez establecida el área y ubicada en la plancha IGAC, se procedió a realizar un levantamiento topográfico de los lugares donde se deberá realizar la exploración geológica de superficie.

4.4 FASE DE CAMPO:

Inventario de las principales características físicas, bióticas y socioeconómicas del medio, exploración geológica de superficie, análisis de las muestras, entre otras.

4.5 FASE DE ANALISIS Y PROYECTOS

Identificación y caracterización de los impactos positivos y negativos (suelo, aguas superficiales, niveles freáticos, atmósfera, vegetación, procesos geomorfológicos, paisaje, medio socioeconómico y cultural, etc.).

Diseño de sistema de taludes finales, (Rediseño Minero) análisis de estabilidad geotécnica mediante un método apropiado para el tipo de material.

Secciones topográficas y geológicas que muestren las mayores pendientes del terreno natural, de los taludes de explotación y de los taludes definitivos de recuperación.

Plan de disposición final el terreno, obras, control de drenajes, etc. a través del desarrollo de recuperación del terreno.

4.6 FASE DE DISEÑO DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Esta fase involucra el diseño de las medidas preventivas, correctivas y de compensación que habría que ejecutarse en la **ARENERA BUILES Y CIA LTDA** mediante la los diferentes Planes de Manejo Ambiental elaborados a partir de la valoración e identificación de los impactos hallados.

5. ALCANCE

El PMA tiene como objeto la prevención, control, mitigación y compensación de los impactos ambientales identificados dentro del desarrollo de las diferentes actividades en la cantera **ARENERA BUILES Y CIA LTDA**,

La efectiva y atenta aplicación del plan permitirá:

- Planear la racionalización en el uso de los recursos naturales, minimizando los riesgos e impactos ambientales negativos que pueda ocasionar el desarrollo de las actividades propias de la arenera.
- Dimensionar y evaluar cualitativa y cuantitativamente, los posibles impactos que pueden generar las diferentes actividades desarrolladas en la Arenera, de tal manera que se establezca el grado de afectación y la vulnerabilidad de los ecosistemas y el entorno social alrededor de esta.
- Optimizar las inversiones realizadas
- Mejorar la gestión ambiental
- Minimizar y mitigar los impactos negativos generados

El presente estudio busca cubrir todos los lineamientos trazados en los términos de referencia suministrados por Corantioquia mediante el informe técnico N0. 130AN-16889.

6. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

6.1 LOCALIZACIÓN

La cantera **ARENERA BUILES Y CIA LTDA**, se encuentra ubicada en la vereda La primavera del municipio de Bello, al norte del Área Metropolitana del Valle de Aburra; el polígono del área de interés está dentro de las planchas del IGAC 146-II-A a escala 1:25000. (Ilustración 1)



Ilustración 1 Localización del proyecto

Los planos anexos con el presente documento que contienen la siguiente información; área de estudio y de explotación., curvas de nivel, asentamientos humanos, hidrología e infraestructura.

6.2INFORMACIÓN GENERAL

6.2.1 Vías de acceso

Para acceder al área de interés se llega al municipio de Bello y luego se toma la vía que nos lleva al barrio el trapiche, luego se toma un carreteable de 1.5 km el cual nos conduce a las instalaciones de las oficinas y punto de extracción de la arenera los Builes.

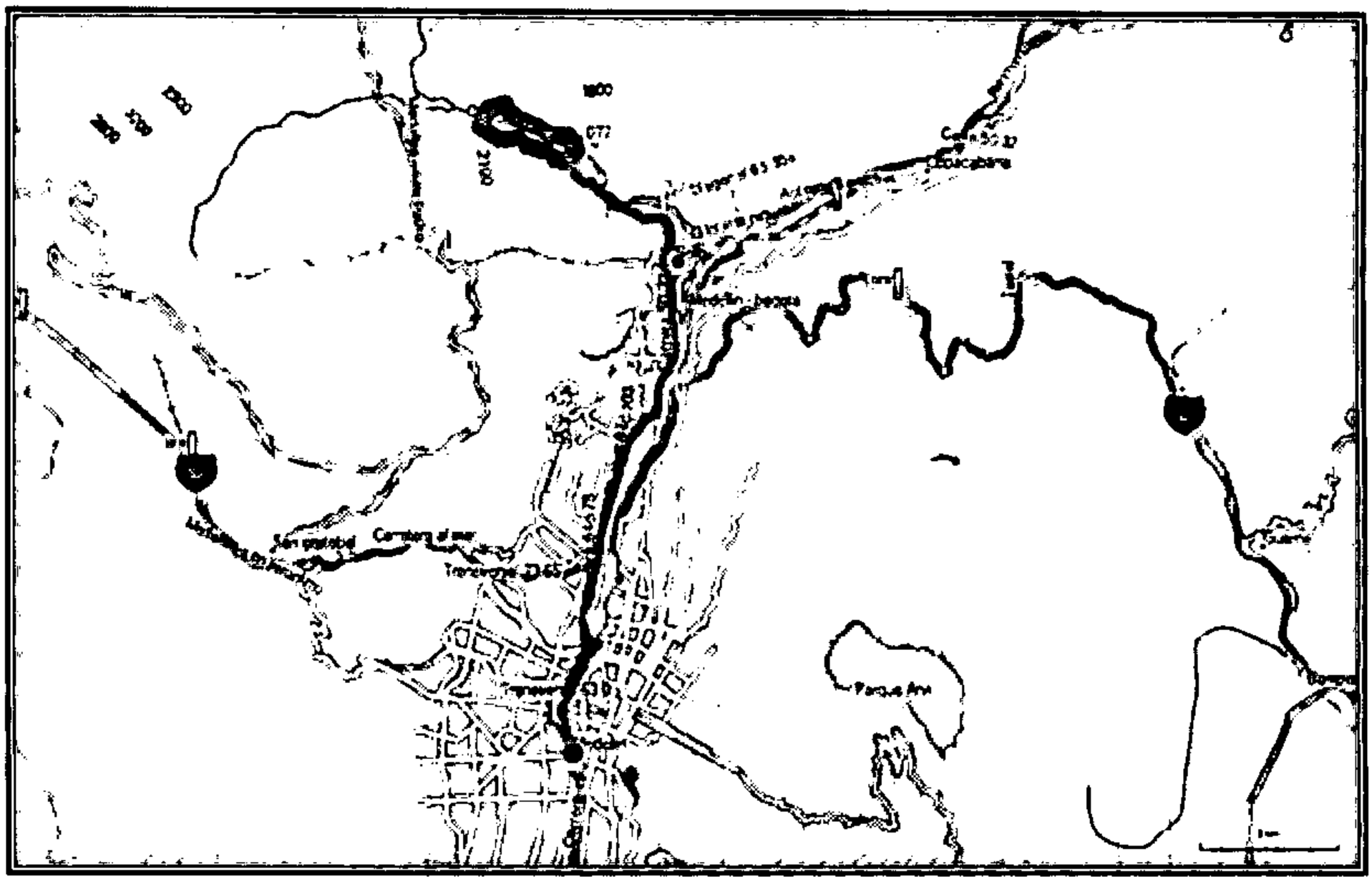


Ilustración 2 Vías de Acceso

6.2.2 Servicios públicos domiciliarios

6.2.1.1 Energía

El suministro lo realiza Empresas Públicas de Medellín, quien es el prestador del servicio en la zona

6.2.1.2 Servicio de Aseo:

En la zona la recolección de residuos Ordinarios Comunes la realiza Bello Aseo S.A E.S.P, con una frecuencia de dos veces a la semana

6.2.1.3 Acueducto:

La Arenera no cuenta con este servicio, sin embardo para el desarrollo de las actividades industriales (mineras) y domésticas se solicitó concesión de aguas de las quebradas quebrada la Echavarría un caudal de 14.53 l/s y de la quebrada el Barro un caudal de 6 .47 l/s

6.2.1.4 Servicio público de alcantarillado:

Las aguas residuales domesticas son tratadas mediante una planta de tratamiento construida en fibra de vidrio, de un solo modulo cilíndrico, el cual incluye: pozo séptico de dos compartimientos y filtro anaerobio de flujo ascendente, el efluente de la planta es dispuesto al suelo mediante un filtro construido en el terreno de forma de espiga de pescado.

!

Para las aguas residuales industriales, se construirá, en el mediano plazo, un sistema de recirculación en el proceso industrial con el cual se espera reducir en una alta proporción el vertimiento actual.

6.2.3 Personal

La Arenera cuanta cuenta en total con 5 personas distribuidas en dos áreas así: (ver Tabla 1)

Tabla 1 Personal distribuido por áreas

Dependencias	# Personas
Oficina logística	1
Operarios de máquinas y equipos	4

Todos los empleados están afiliados al Sistema de Seguridad Social en lo referente a Salud, Pensión, Riesgos Laborales y Caja de Compensación Familiar y Cesantías.

La Arenera cuenta con un programa de Capacitación para sus empleados el cual incluye entre otros temas los siguientes:

- Misión, Visión y objetivos de la Arenera.
- Reglamento interno de trabajo
- Políticas empresariales
- Riesgos laborales
- Temas ambientales
- Normatividad Minera

6.2.4 Horario de trabajo y de atención al usuario

Se labora de lunes a sábado en los siguientes horarios:

- Lunes a viernes en jornada continua de 7:00 am a 5:00 pm
- Sábados 7:00 am a 12:00 m

7. OPERACIÓN

7.1 CÁLCULO Y UBICACIÓN DE RECURSOS

De acuerdo con la ubicación regional de la zona donde se encuentra localizada la cantera **ARENERA BUILES Y CIA LTDA**, se puede decir que la geología regional para el área de interés se encuentra en su totalidad en el denominado batolito o tonalita de ovejas, por lo tanto se recurre a describir dicha unidad. Para lo cual se recurre a tomar la información de Catalogo de unidades lito-estratigráficas de Colombia.

La Tonalita de Ovejas constituye un batolito de 165 km2 (González, 1997) alargado en dirección norte sur, con una longitud de 22 km y un ancho promedio de 8 km; en su borde occidental aparece ramificado con brazos separados por una franja de esquistos cuarzosericíticos del Complejo Cajamarca. Su forma es concordante con las estructuras regionales de la Cordillera Central, pero localmente discordante con las estructuras de las rocas metamórficas encajantes, y presenta una aureola de contacto de amplitud variable caracterizada por la presencia de migmatitas de inyección y cornubianitas de alto grado de metamorfismo hacia la parte interna de la aureola. Este cuerpo plutónico, en sus relaciones y características petrográficas, es similar al cuerpo principal del Batolito Antioqueño, la composición mineralógica y los tipos litológicos predominantes muestran gran similitud con las de las de este cuerpo según análisis presentados por Feininger & Botero (1982). La roca es maciza, fanerítica de grano medio a grueso, equigranular, con textura hipidiomórfica y composición tonalítica con variación a granodiorítica por aumento en el contenido de ortoclasa y disminución en el nivel de plagioclasa.

Los minerales esenciales son: cuarzo en cristales anhedrales, en gran parte intersticiales entre cristales de feldespato o en agregados en continuidad óptica, con extinción normal a ondulatoria débil, aunque en muestras localizadas cerca al borde occidental se presenta con una extinción de tipo ondulatoria fuerte.

La plagioclasa se presenta en cristales euhedrales a subhedrales de hábitos tabulares, incoloros y limpios a empolvados por alteración a arcillas y saussurita, bien maclada y, por lo general, con zonamiento normal y composición intermedia, An30-50. El feldespato pótasico corresponde a ortoclasa débilmente pertítica no maclada y su contenido varía entre límites amplios, pueden faltar en algunas muestras.

Los ferromagnesianos caracterizantes son hornblenda y biotita en proporciones variables, pero siempre con predominio de hornblenda. Ésta se presenta en cristales subhedrales pardo verdosos pleocroicos a verde oliva, con inclusiones de plagioclasa y opacos asociados. La biotita es pleocroica de amarillo pálido (X) a pardo rojizo (Y=Z) con alteración a clorita a lo largo de los planos de clivaje e inclusiones de circón con halo pleocroico débil. En parte, la biotita se ha formado a partir de hornblenda a lo largo de los planos de clivaje y en los bordes de los cristales.

Los minerales accesorios primarios son opacos, principalmente magnetita, apatito, circón y esfena, pero en conjunto rara vez exceden el 2%. Epidota y clorita se encuentran como alteración de máficos.

Dentro del área perteneciente al Título Minero se tienen diez bloques nuevos para explotación los cuales están ubicados en el costado noroccidental del polígono tal como se muestra en la siguiente figura.

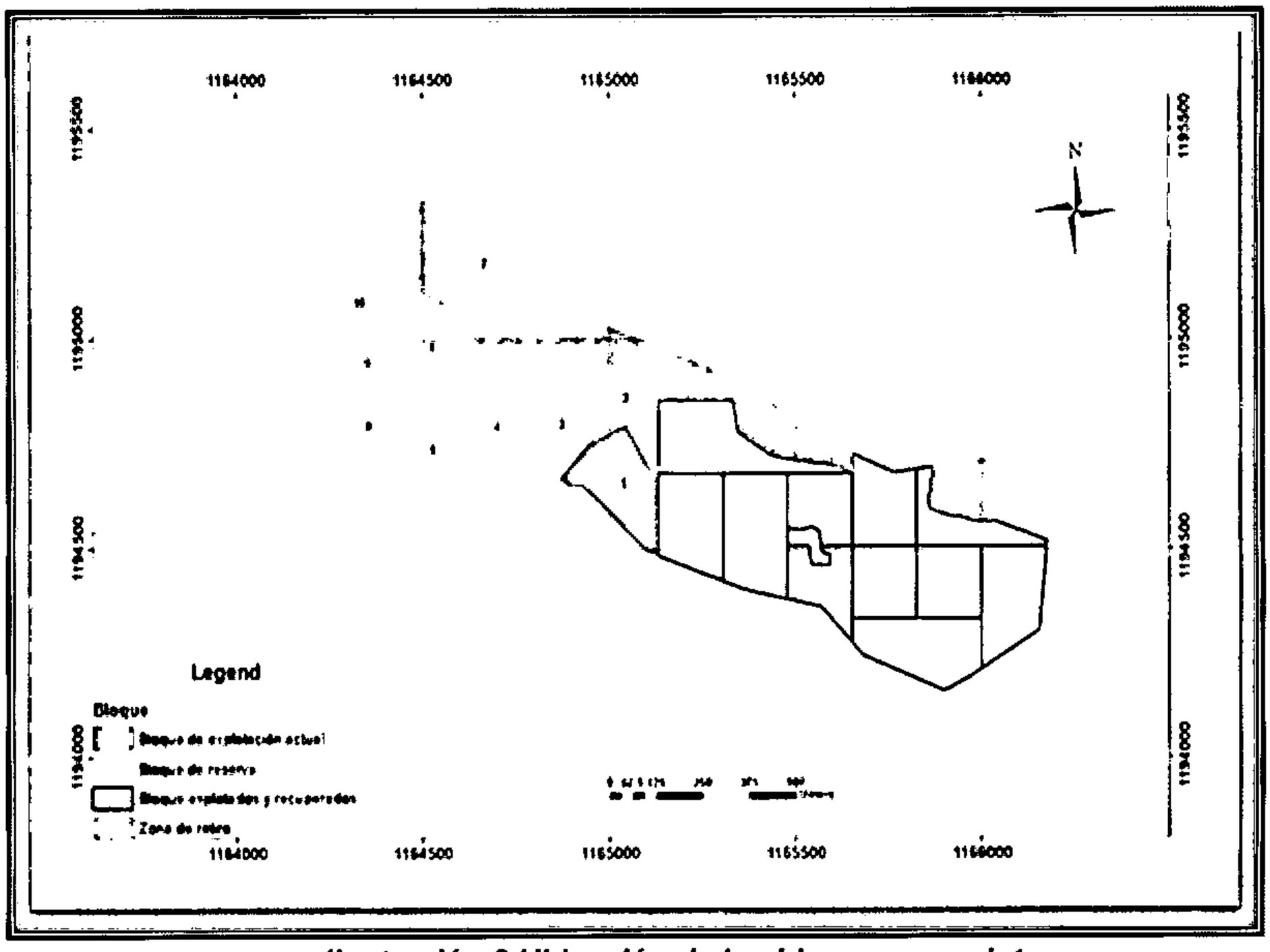


Ilustración 3 Ubicación de los bloques a explotar

De acuerdo a la información geológica del área de interés y de los bloques que aún no se han explotados, se calculó el volumen de los recursos mineros con los cuales se cuenta el registro minero RMC-049. (Tabla 2)

Tabla 2 Volúmenes de los bloques de reservas

Bloque	Tipo	Área (m2)	Profundidad explotable (m)	Volumen (m3)
1	Bloque de explotación actual	41910	20	838,200
2	Bloque de reserva	29577	20	591,550
3	Bloque de reserva	42663	20	853,263

Bloque	Tipo	Área (m2)	Profundidad explotable (m)	Volumen (m3)
4	Bloque de reserva	61724	20	1,234,481
5	Bloque de reserva	41303	20	826,053
6	Bloque de reserva	42487	20	849,748
7	Bloque de reserva	65572	20	1,311,445
8	Bloque de reserva	27808	20	556,159
9	Bloque de reserva	30000	20	600,000
10	Bloque de reserva	76690	20	1,533,793

7.2 ZONAS MARGINALES Y NO INTERVENIDAS.

7.2.1 Zonas marginales

La zona donde se encuentran ubicados los diferentes bloques, tanto el de la explotación actual como los de reservas, se encuentran libres de zonas marginales.

Sin embargo dentro del título minero y en la zona donde ya se ha extraído el material, se encuentran algunas viviendas que pertenecen a familiares de la sociedad minera **ARENERA BUILES Y CIA LTDA,** y cuyo uso hace parte del proceso de recuperación de áreas intervenidas.

7.2.2 Zonas no intervenidas

El Rediseño Minero de la ARENERA BUILES Y CIA LTDA, se realizó teniendo presente las restricciones ambientales en materia de retiros de fuentes hídricas, considerando además, que el registro minero de la cantera se halla ubicado sobre la cuenca de la quebrada La García para cual se establecen retiros de 65 metros.
Existen zonas donde se presentan regeneración de la vegetación natural de los bosques que anteriormente se encontraban en esta región, pertenecientes a las zonas de vida bosque húmedo Premontano (bh-PM) y bosque húmedo Montano Bajo (bh-MB), además dentro del área, existen corredores de pasos de fauna silvestre, estas zonas serán cercadas, protegidas y en ellas no se realizaran ningún tipo de actividad, esto con el fin de evitar impactos negativos sobre la fauna y flora que se encuentran presentes en ellas.

Igualmente se encuentran restricciones de tipos mineras, geológicas, topográficas y geotécnicas, tales como la irregularidad del perfil de suelo y perfil de meteorización, se consideran estos factores muy importantes e influyentes para un adecuado manejo de pendientes y estabilidad de taludes

Todas las anteriores restricciones limiten el volumen total de los recursos en un 40% por ende solo se podrá minar el 60%

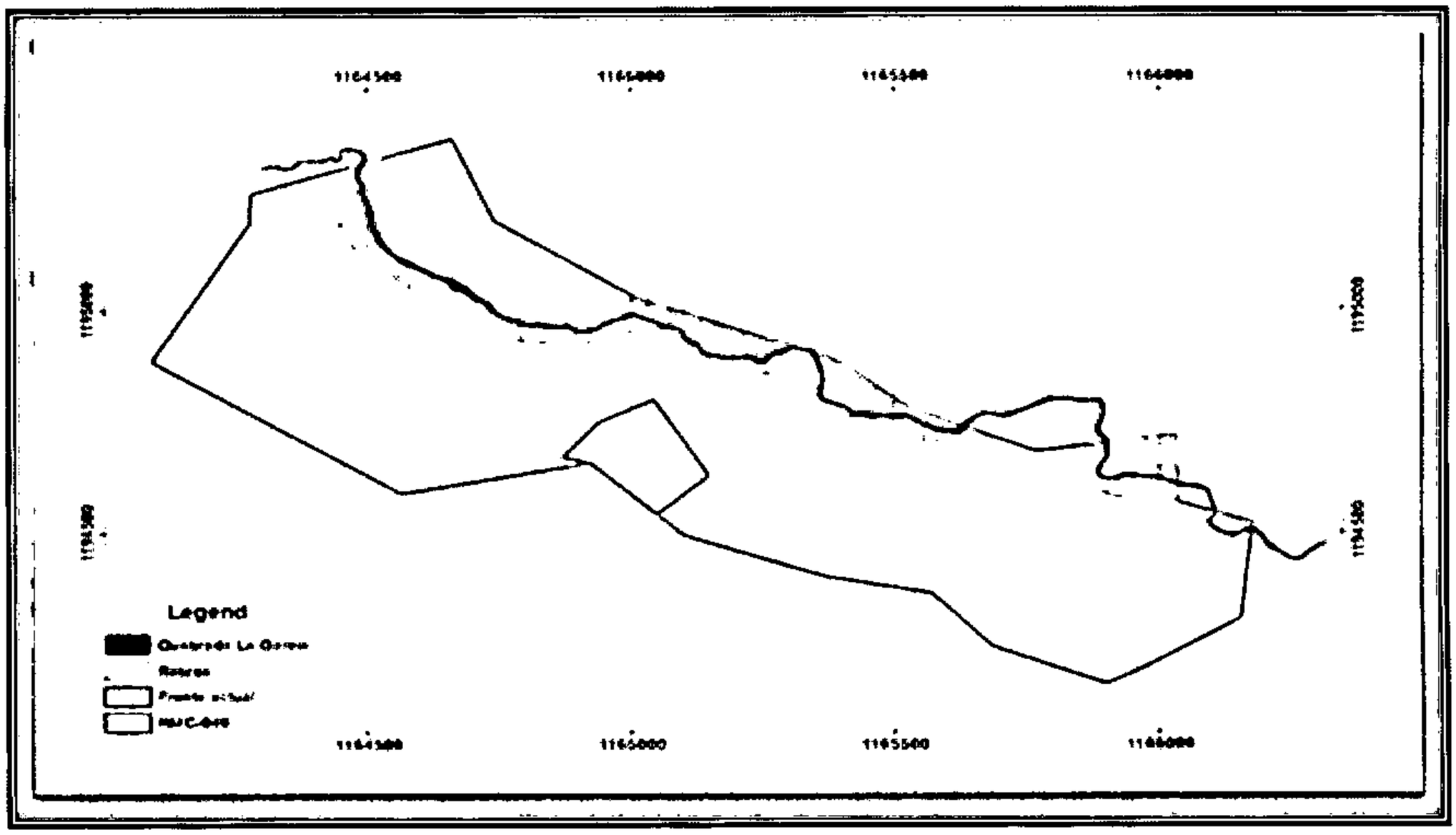


Ilustración 4 Zonas Marginales

Tabla 3 Volúmenes de totales de explotación.

Tipo	Volumen (m3)
Volumen Total	9,194,692
Volumen del 60% minable	5,516,815

7.3 OPERACIÓN

La secuencia minera se hace como una serie de pasos lógicos, para transformar la geometría de la mina, desde la topografía inicial a la geometría final de la explotación. El sentido principal de la explotación es producir materias primas de primera calidad. Para la explotación de la cantera en general, se plantea una explotación por terrazas amplias horizontales descendentes. El primer banco de explotación se construye sobre la cota 1892 m, hasta la cota 1800 msnm.

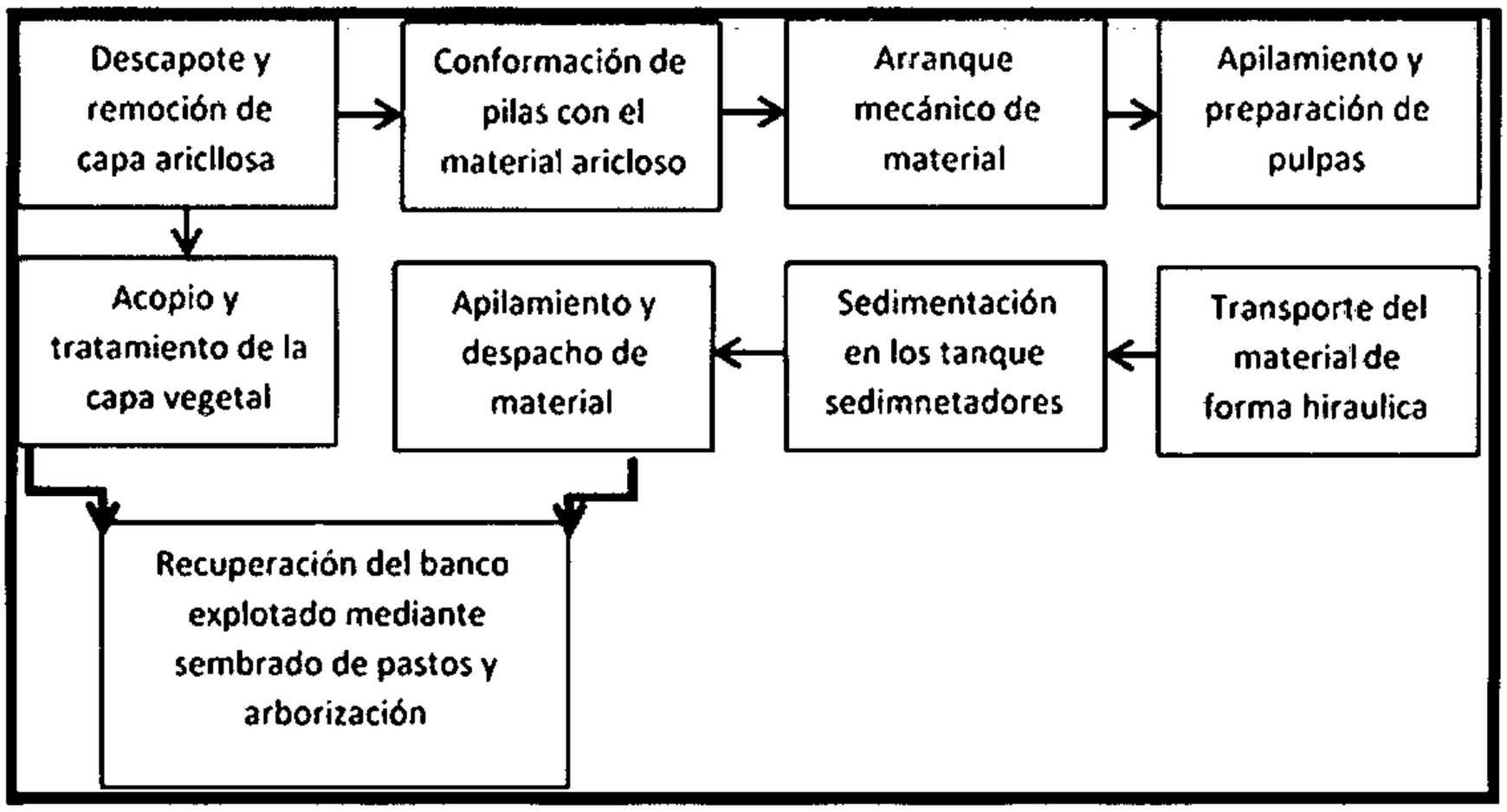


Ilustración 5: Ciclo de la operación minera.

7.4 PRODUCCIÓN Y VIDA ÚTIL DE LA MINA

Se llevara a cabo una explotación a pequeña escala con extracción anual de 75,000 m3, Esta rata de extracción puede ser alterada debido a los requerimientos que se tengan del material.

Tabla 4 Escala de producción

Escala	Volumen (m3)
Anual	75,000
Mensual	6,250
Diaria	223

7.5 VIDA ÚTIL DE MINA

De acuerdo a los recursos calculados por bloque de explotación, y con la rata de producción plantea en el literal anterior se obtiene la vida útil de la mina.

Tabla 5 Vida útil del yacimiento

Total de recursos calculado (m3)	Producción anual (m3)	Vida útil de la mina (años)
5,516,815	75,000	74

7.6 DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES UNITARIAS.

Son aquellas actividades previstas, que deben realizarse de forma ordenada, optimizada y controlada para la extracción del depósito mineral, tales como: Descapote, arranque, cargue, transporte, construcción de vías y patios, manejo de aguas, entre otras.

A continuación se describen cada una de las operaciones requeridas para la explotación de arenas.

7.6.1 Adecuación de vías:

La primera labor que se lleva a cabo es la construcción de la vía de acceso o rampa de ingreso al frente de explotación, para el buldócer o retro excavadora, esta vía no requiere de mayores diseños ya que es provisional; para llevar los equipos se tiene una vía central, existente que va desde la zona de infraestructura hasta el frente de explotación.

7.6.2 Descapote:

Consiste en el retiro de la capa de vegetal que dada la estratigrafía de la zona de estudio, se tiene que varía de los cero a los 10 centímetros (0-10 cm), esta capa orgánica será dispuesta en un sitio adecuado para su conservación y posteriormente será utilizada para la recuperación del suelo (ver plan de manejo ambiental flora) será almacenada en un costado del frente de explotación, luego se dispone en forma de pilas las cuales estarán ubicadas en la parte superior del área destapada, su retiro se realiza en franjas de 5m x 50 metros, de ahí que se tienen unos 250 m3 para almacenar en forma de pilas tronco cónicas de 503 cada una.

7.6.3 Arranque:

Dado que el material presenta una consolidación relativamente baja, no se requiere la utilización de explosivos; el arranque se realizará entonces mediante la acción mecánica de retroexcavadoras o buldócer.

7.6.4 Acopio Provisional:

El material arrancado se dispone en un acopio provisional, dicho sitio deberá estar localizado en un extremo de la franja y debe tener un ligera pendiente de 2% a 3%, a este lugar llegara todo el material útil (arenas), y ahí se procede a su preparación en forma de pulpa: los bloques o fragmentos de roca se trasladan a la zona inferior del frente de explotación.

7.6.5 Transporte:

El transporte entre el frente de explotación y el área de los tanques de almacenamiento se realiza de forma hidráulica, para ello se instalan mangueras hasta el sitio donde se tiene el material acopiado, y se procede lavarlo en forma de pulpa acuosa con una relación de 1 de material por 3 de agua aproximadamente, este material es dirigido a un surco natural que esta al costado del frente de exploración para que viaje por el aprovechando la gravedad y el estado acuoso en el que se halla; la distancia que recorre en el surco natural es 800 metros, luego llega a un canal en concreto el cual lo encamina a los tanques de sedimentación.

7.6.6 Acopio y despacho:

Todo el material es recibido en forma de pulpa por dos tanques de sedimentación, en los cuales existe un sistema de desagüe, dejando la arena dentro de los tanques, esta seca y posteriormente se procede al cargue a las volquetas las cuales las llevan a las distintas obras donde las requieren dando por terminado el proceso de extracción y beneficio de las arenas del batolito satélite de ovejas.

7.7 TIPO DE SISTEMA DE EXPLOTACIÓN

El sistema de explotación es a cielo abierto en taludes ascendentes, en periodos discontinuo, el arranque y el acopio provisional del material acuoso se realizan por medio de retroexcavadoras o buldóceres., el transporte del material acuoso se realiza de manera hidráulica por medio de un canal hasta que llega a los tanques de sedimentación.

7.8 AFECTACIÓN AL NIVEL FREÁTICO

Durante el proceso de beneficio de la arena no se presenta afectación del nivel freático, pues la pulpa acuosa es transportada por medio de un canal en concreto, el cual impide que exista saturación del suelo afectando el nivel freático del área por donde se conduce esta.

Se han realizado apiques, de manera aleatoria en varias zonas donde se encuentran los bloques de reserva de más de 10 metros de profundidad y no se han encontrado aguas de escorrentías ni subterráneas que puedan versen afectadas por la extracción de la arena

7.9 MANEJO Y DISPOSICIÓN DE ESTÉRILES.

Los estériles generados en la cantera son utilizados para mejorar las condiciones morfológicas de los suelos intervenidos durante el proceso de extracción del material.

Antes de su disposición son mezclados con abonos orgánicos y semillas con el fin de facilitar la revegetación en la zona.

Se disponen en sitios especiales, debidamente protegidos de la dispersión y el arrastre, además en los sitios en que se disponen se tiene presente de que no exista riesgo de arrastre del material pendiente abajo.

Igualmente se evalúan las alteraciones que puedan producirse sobre el medio natural, por los cambios en el régimen de escorrentía superficial, la pérdida de suelo, las alteraciones geomorfológicas, la eliminación de hábitats de animales, la aceleración y

aumento de procesos erosivos así como también las afectaciones potenciales del recurso agua antes de su debida disposición.

Dado que el volumen de estériles generados durante el proceso de extracción de arena es bajo, aproximadamente tres metros cúbicos mensuales ($3m^3$), la disposición de estos se realiza por el método de Vertido Libre, por lo tanto no existe un punto fijo para que sean dispuestos.

8. MÉTODO Y SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN

El diseño minero se realizó con el análisis de los datos físicos existentes en el área de interés, luego se desarrolla un concepto de cómo deberá llevarse los trabajos de extracción, cargue, transporte y el planeamiento a largo, mediano y corto plazo.

Como primera medida se consideró importante definir, de manera preliminar, los parámetros geotécnicos y geométricos, del depósito, dentro de los cuales se hallan involucrados los aspectos Geo-mecánicos del mismo.

8.1 PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

La geotecnia sirve para obtener garantías de seguridad y compromiso con el medio ambiente, para darle mayor vida útil a los proyectos mineros. Los parámetros geotécnicos de base para este diseño, comprende las actividades de corte, arranque y transporte vertical de material, construcción, diseño y perfilación de taludes, construcción y conformación de bancos de seguridad, vías industriales, bancos de explotación, controles y manejo de aguas superficiales, vegetalización y reforestación ambiental, protección de fuentes de agua, restitución de drenajes del predio intervenido.

Para la conformación del talud y bermas se siguen los siguientes criterios geotécnicos, hallados según los resultados en la caracterización geológica-geotécnica de la zona; donde se encontraron suelos considerados según la clasificación como SM (arena limosa), las propiedades más relevantes son: alta permeabilidad, no plástica, poca cohesión y altamente friccionante, alta capacidad de soporte (20t/m2), presión de líquido equivalente 0.42 t/m3 y coeficiente de empujes activos de 0.3, otros parámetros geotécnicos son:

Tabla 6 Parámetros Geotécnicos

Parámetro	Valor asignado
Densidad de material en banco	2.2 ton/mcb.
Densidad de material suelto	1.8 ton/mcs.
Expansión de material banco-suelto	12%
Factor de seguridad	1.25

Parámetro	Valor asignado
Cohesión	3 ton/m 2
Angulo de Fricción Interna	30°
Ángulos de reposo en acopios y llenos	>=35°
Angulo de inclinación de talud producción	<=50
Angulo de inclinación finales	<=60°

8.2PARÁMETROS GEOMÉTRICOS

Los parámetros geométricos hacen referencia a la topografía, pendiente, estructura y morfología del área de interés. Para la explotación de las arenas, el polígono del registro minero de cantera con radicado RMC-049 se ha venido dividiendo en bloques de explotación, las características geométricas de los bloques las siguientes:

Tabla 7 Parámetros Geo-métricos

Parámetro	Valor asignado
Área	Entre 2.5 a 4.5 ha
Diferencia de cota	Entre 50 a 100 Metros
Pendiente	Entre 10° a 25°

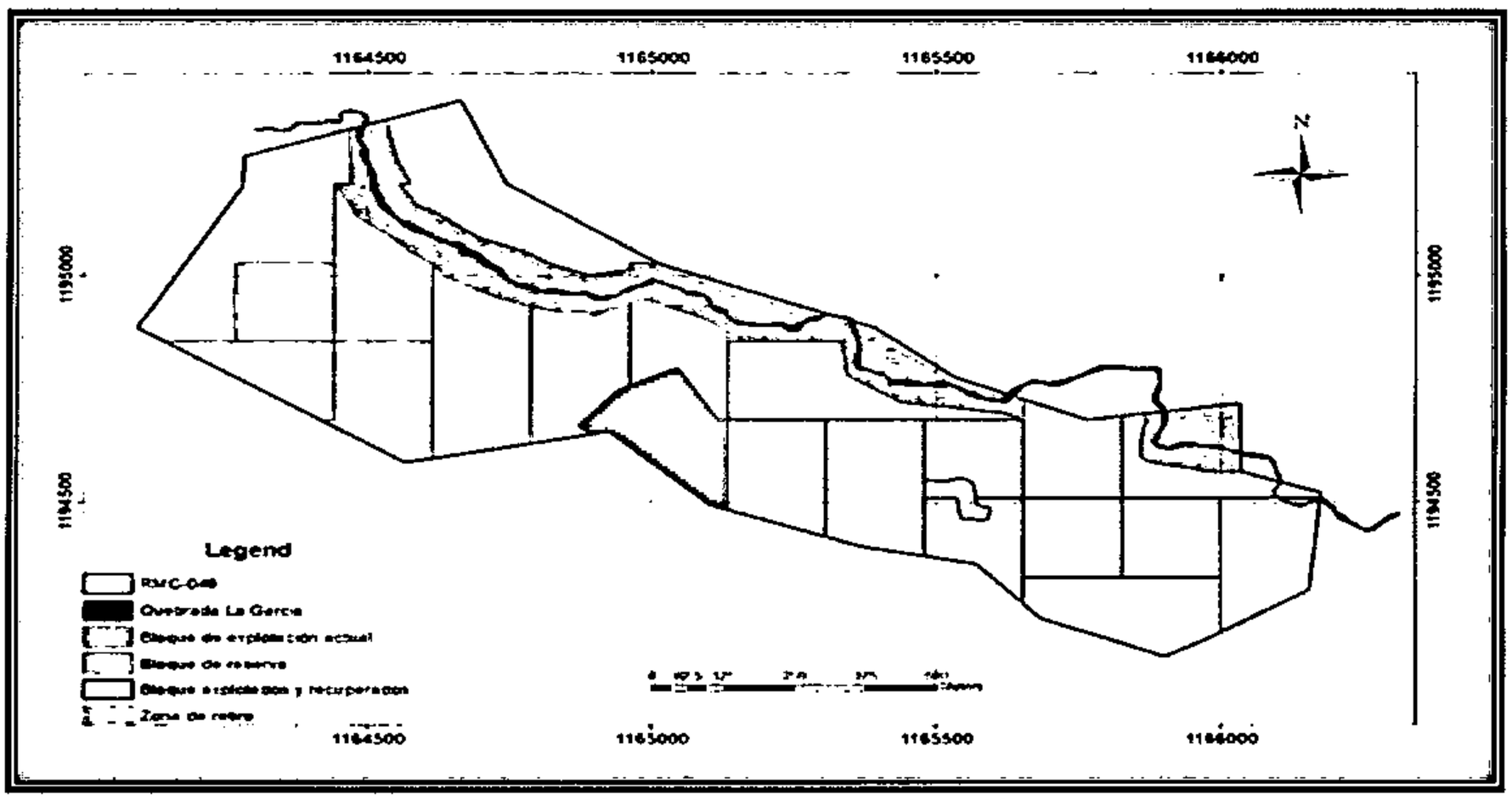


Ilustración 6 Bloques de explotación.

Como resultado de los parámetros mencionados anteriormente y teniendo en cuenta la proximidad del yacimiento a la superficie, se optó que el método de explotación más apropiado para este tipo de depósito el cual es de tipo a cielo abierto por medio de terrazas y bancos.

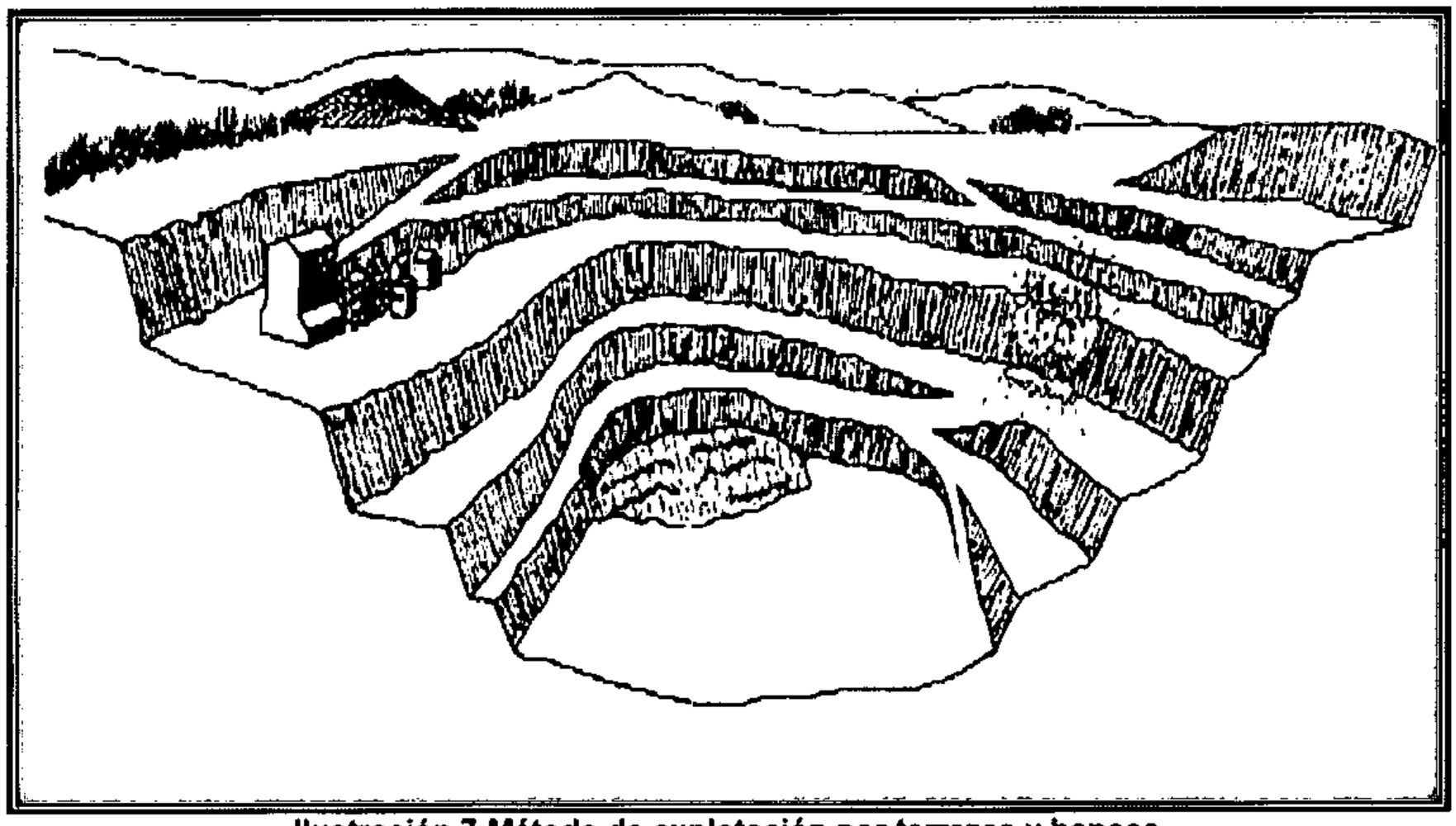


Ilustración 7 Método de explotación por terrazas y bancos

8.3 DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA MINA

Corresponde a las dimensiones de cada uno de los componentes de los bancos de explotación, tales como: ancho e inclinación de las bermas, ángulo, altura del talud, y disposición de las bermas.

8.3.1 Altura del banco de trabajo

La altura del banco de trabajo es la distancia vertical entre dos niveles y está regida por el alcance de los equipos de arranque, los aspectos geotécnicos y la experiencia adquirida de que se tiende de los trabajos anteriores se tiene que la altura de los bancos debe ser menor a 10 metros, en nuestro diseño será de 10 metros de altura, con un ángulo de trabajo máximo de 50°.

8.3.2 Ancho de tajo

Se define como la anchura mínima del banco de trabajo, la suma de los espacios necesarios para el movimiento de la maquinaria que trabaja en ellos simultáneamente, donde además de calcularse el espacio necesario para la máquina que realice las operaciones de arranque y cargue, se debe calcular el espacio para los vehículos de carga, finalmente se debe dejar un ancho de seguridad. (Bustillo, 1997).
Para nuestro caso, el ancho para el banco de trabajo será de 10 m.
Ilustración 8:

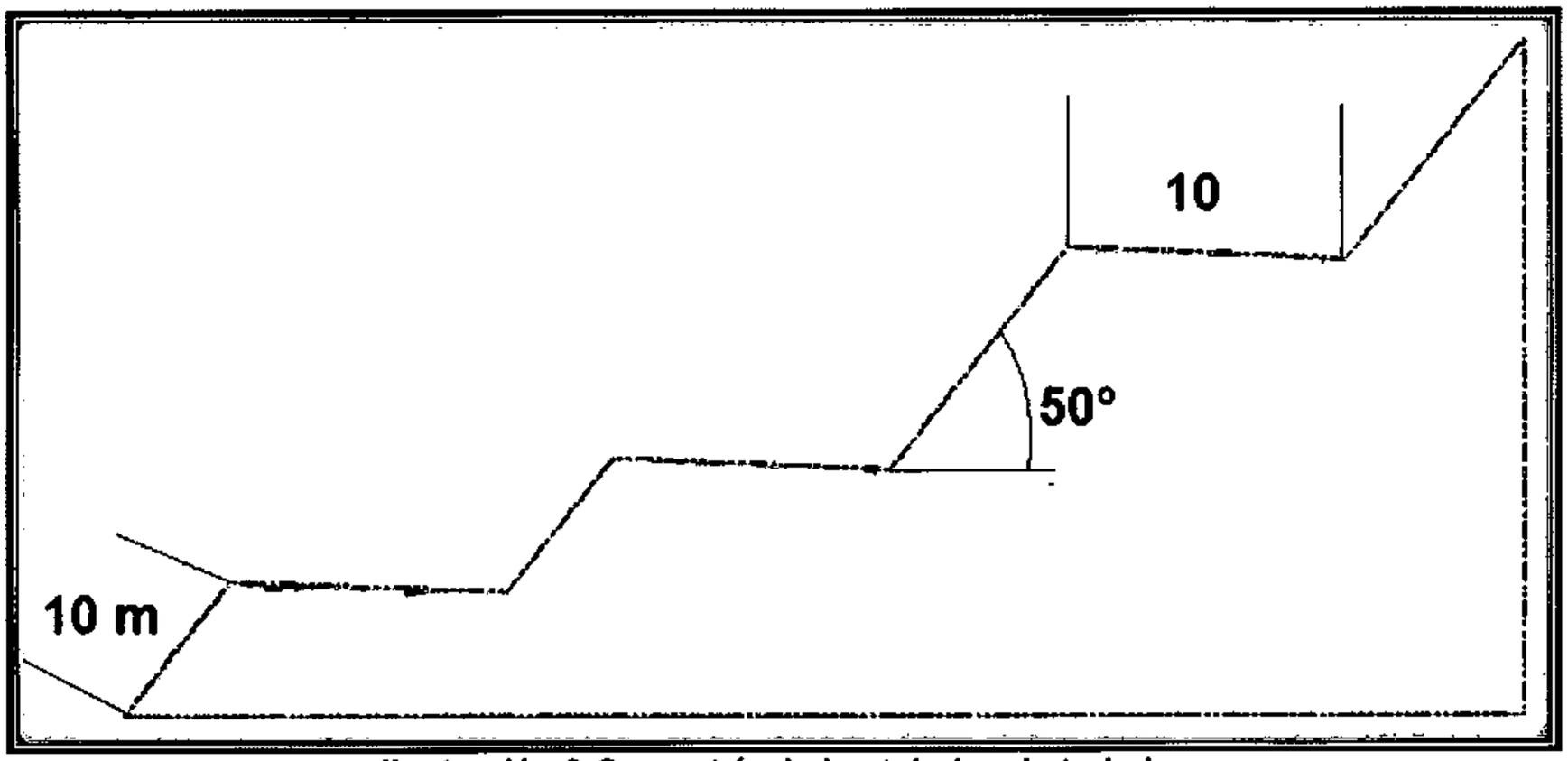


Ilustración 8 Geometría de los taludes de trabajo.

8.4 DISEÑO GEOMÉTRICO DEL FRENTE DE EXPLOTACIÓN ACTUAL

En la actualidad se está realizando la explotación de un bloque, el cual está ubicado en el costado noroccidental del polígono de interés, con una extensión de 4 hectáreas, una diferencia de cota de 100 metros y una pendiente de 30°.

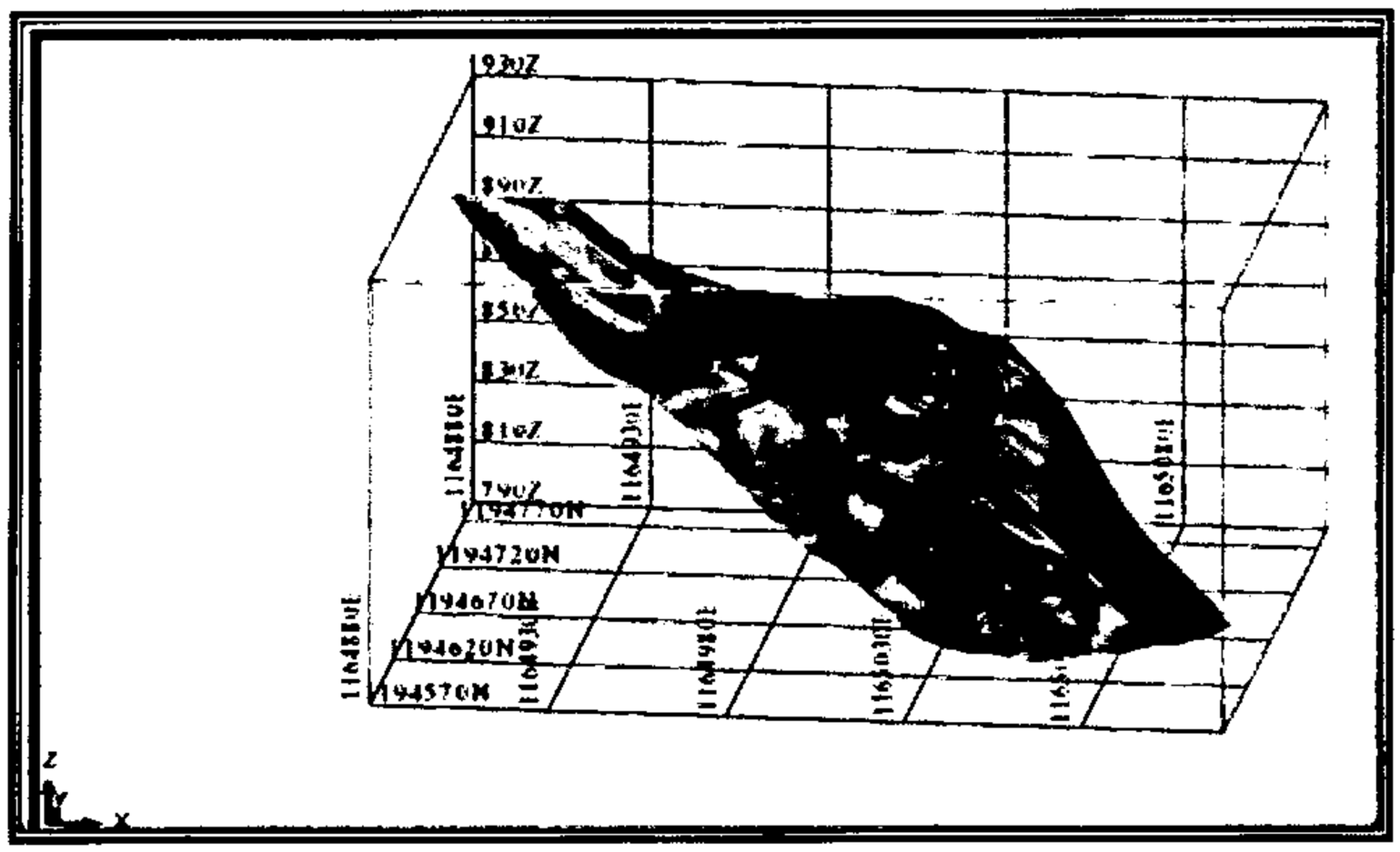


Ilustración 9: Topografía del frente actual

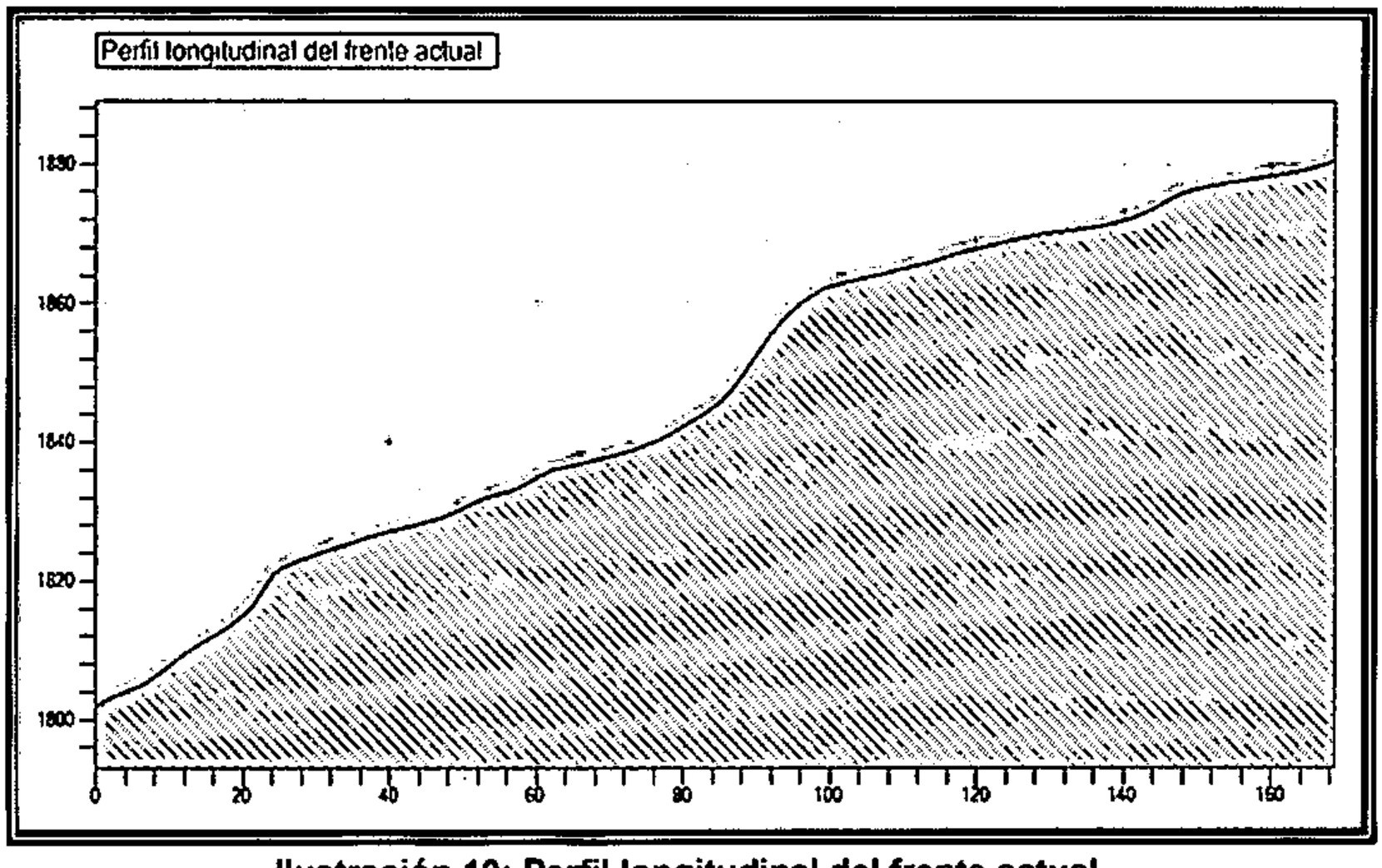


Ilustración 10: Perfil longitudinal del frente actual.

Las labores de explotación se inician en la cota 1982 msnm, y se realiza la extracción en forma descendente hasta la cota 1800, para llegar a la geometría final del frente de trabajo actual se requiere realizar tres secuencias de explotación con la geometría de los taludes de trabajo.

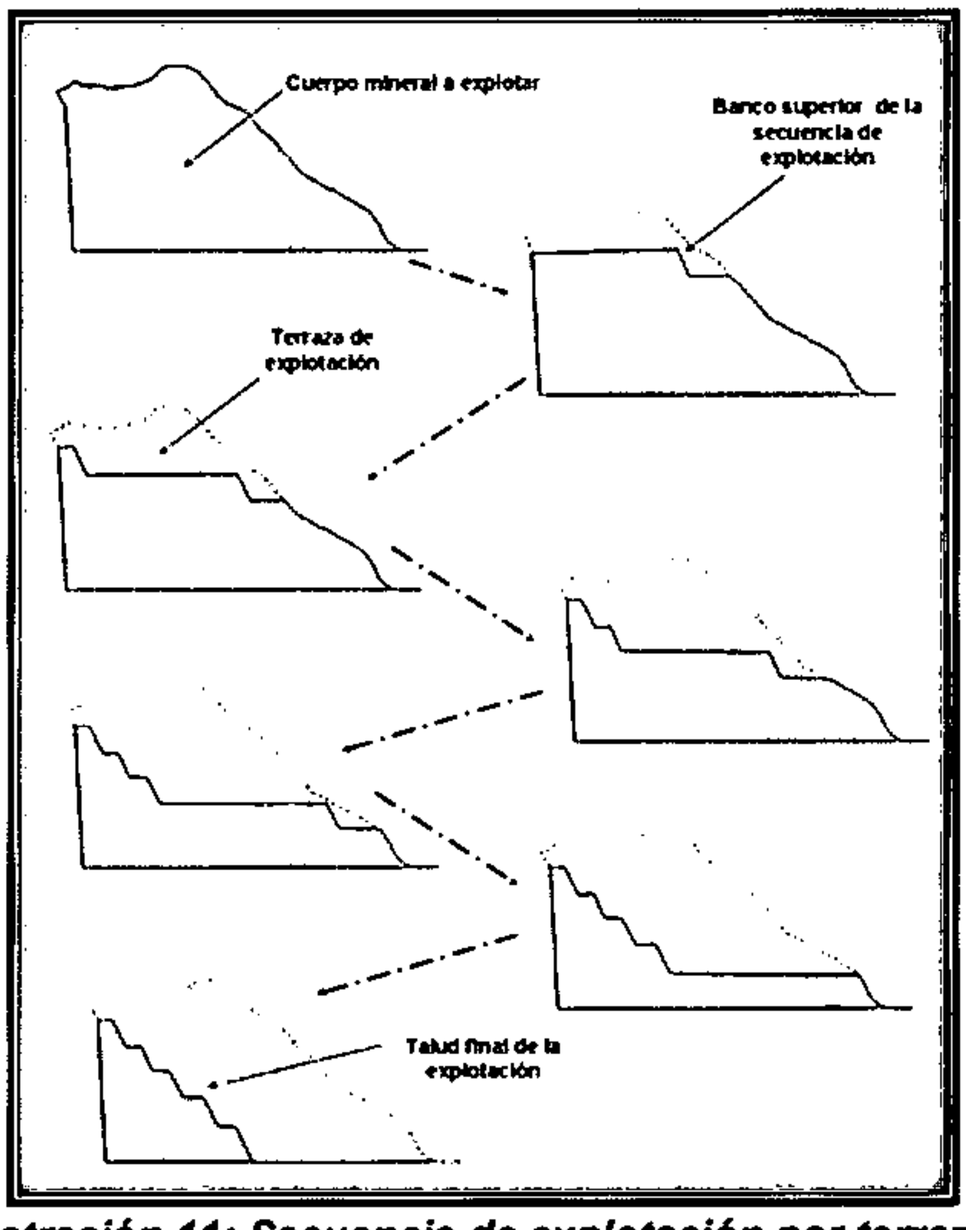


Ilustración 11: Secuencia de explotación por terrazas

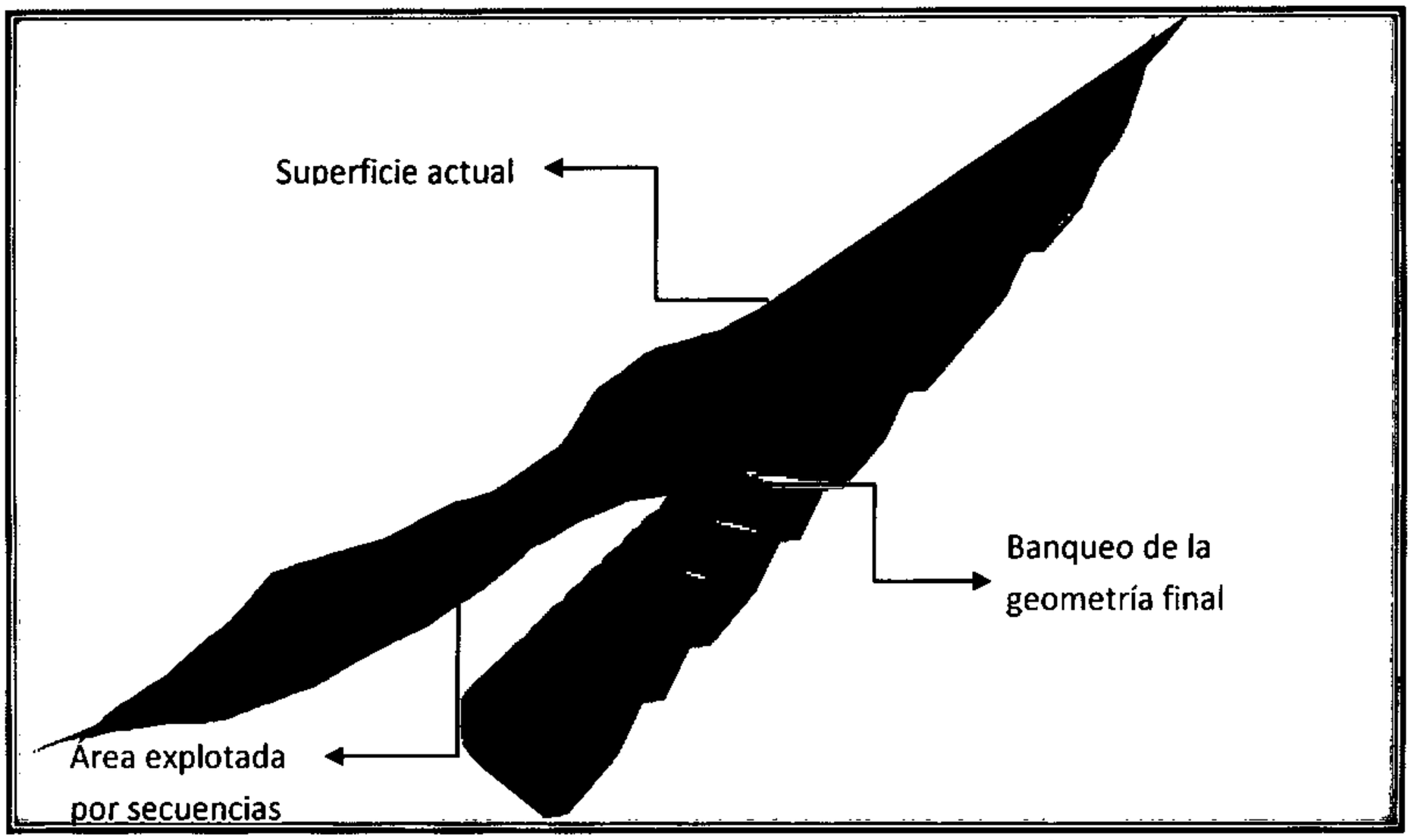


Ilustración 12: Geometría Final del frente de explotación actual.

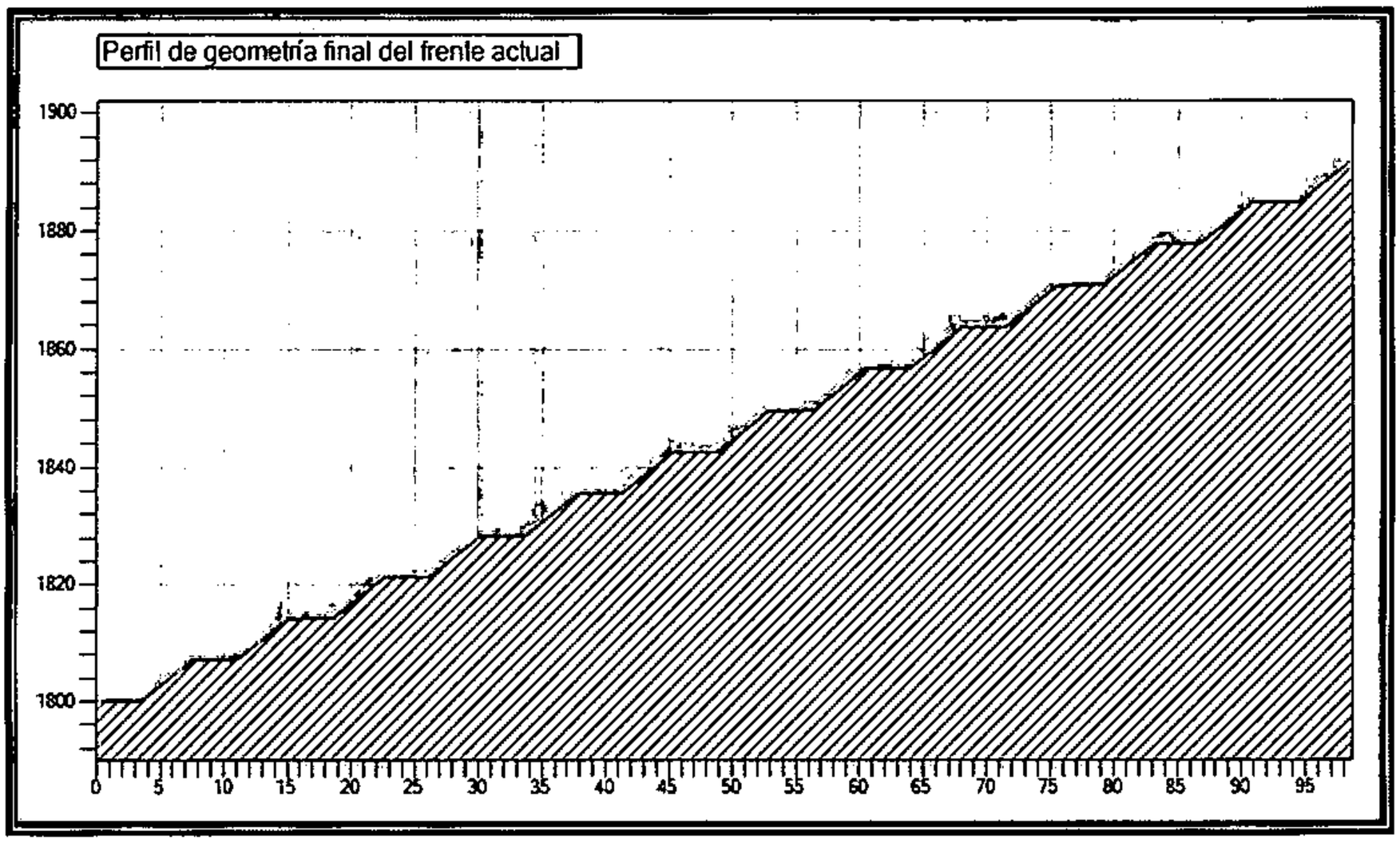


Ilustración 13_ Perfil de la geometría final del frente actual.

8.5 VÍAS EXISTENTES

Dentro del área pereciente al título minero existe una vía en buen estado la cual presenta una longitud total de 1.5 Kilómetros y que supera los 5 metros de ancho, esta está construida en afirmado y cuenta con todas las obras de drenaje.



Fotografía 1 vía interna

8.6 NUEVOS ACCESOS

Se realizan rampas de manera provisional para llevar los equipos como buldócer o retro excavadora hasta el frente de explotación, no requieren mayores diseños porque son parciales .y temporales.

Para determinar la ubicación de las rampas se tendrá presente las restricciones de tipo ambiental y/o de tipo minero

9. BENEFICIO.

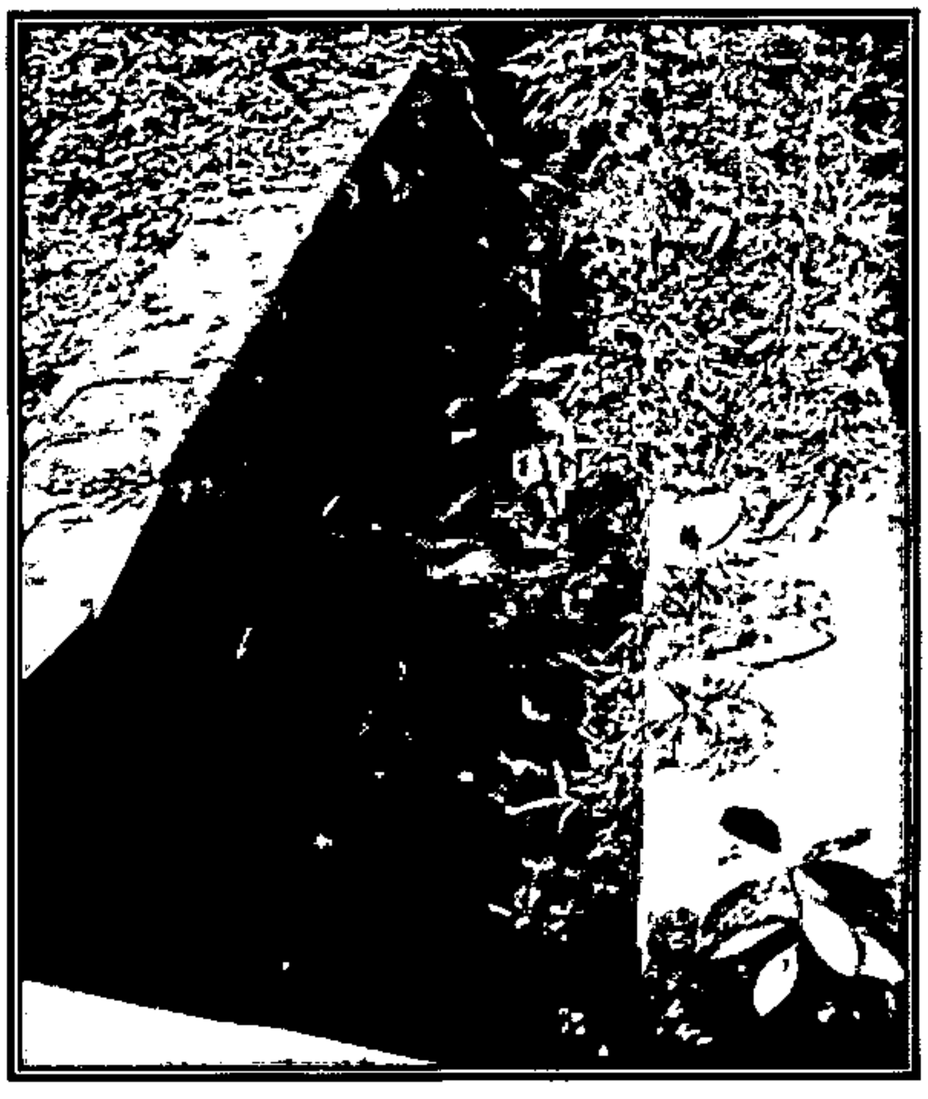
9.1 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE BENEFICIO Y TRANSFORMACIÓN.

En el predio se desarrollan actividades mineras consistentes en la explotación de una cantera de arena, el material presenta una consolidación relativamente baja, el arranque se realizará entonces mediante la acción mecánica de retroexcavadoras o buldócer.

El material arrancado se dispone en un acopio provisional, y ahí se procede a su preparación en forma de pulpa acuosa con una relación de 1 de material por 3 de agua aproximadamente (Fotografía 2 y Fotografía 3 **canal de concreto**)



Fotografía 2 preparación de pulpa acuosa



Fotografía 3 canal de concreto

El material es transportado hidráulicamente mediante un canal en concreto hasta dos tanques de sedimentación que funcionan de manera alterna, en donde se separan la arena del agua para su posterior comercialización.

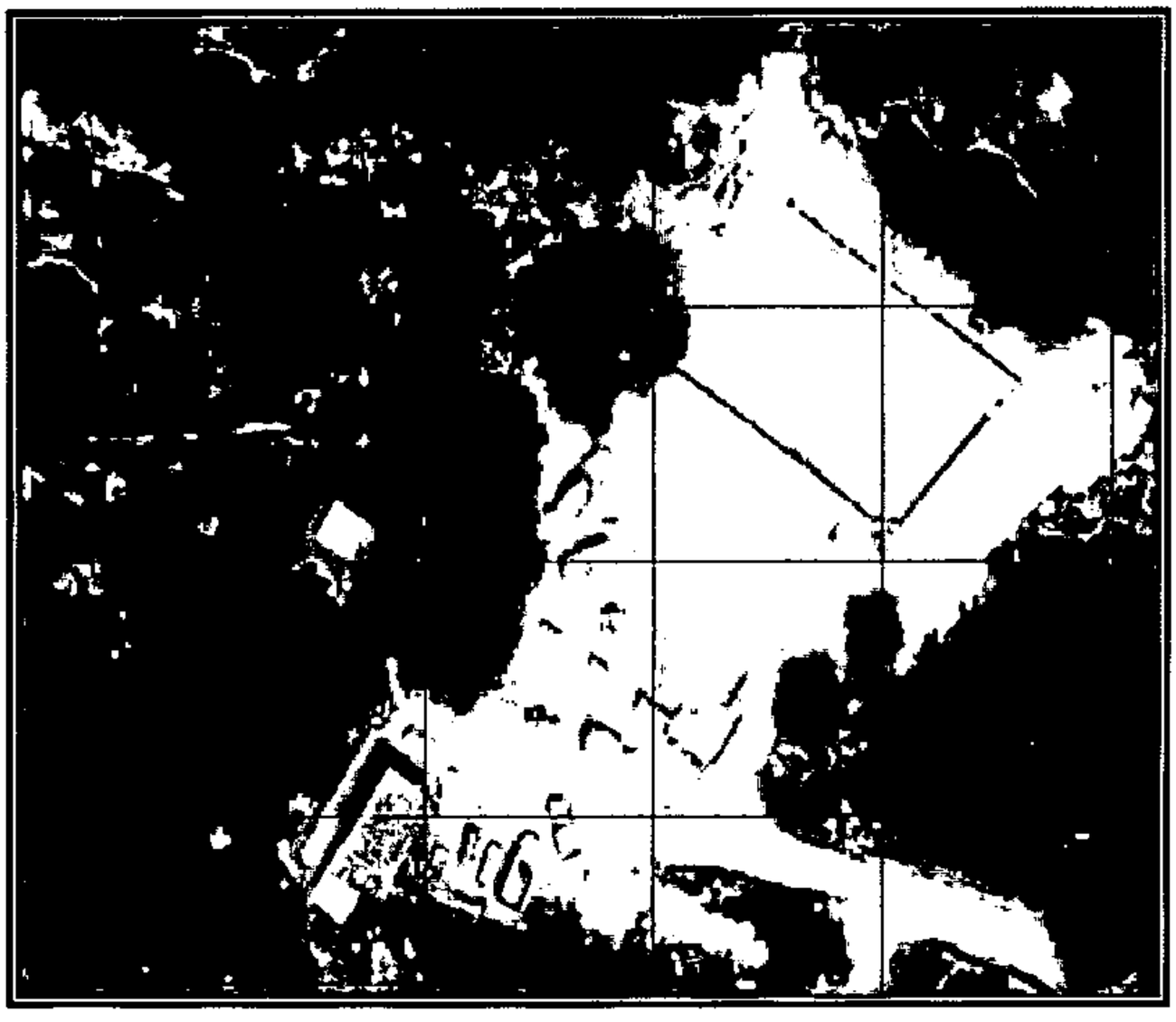
9.1.1 Infraestructura

9.1.1.1 Tanques desarenadores

Para el desarenado, acopio y secado de la arena se cuenta con dos tanques desarenadores los cuales tienen las siguientes capacidades.

Tabla 8: Capacidad de los tanques desarenadores

Nombre	Capacidad (m^3)
Tanque No. 1	1.735
Tanque No. 2	1.413



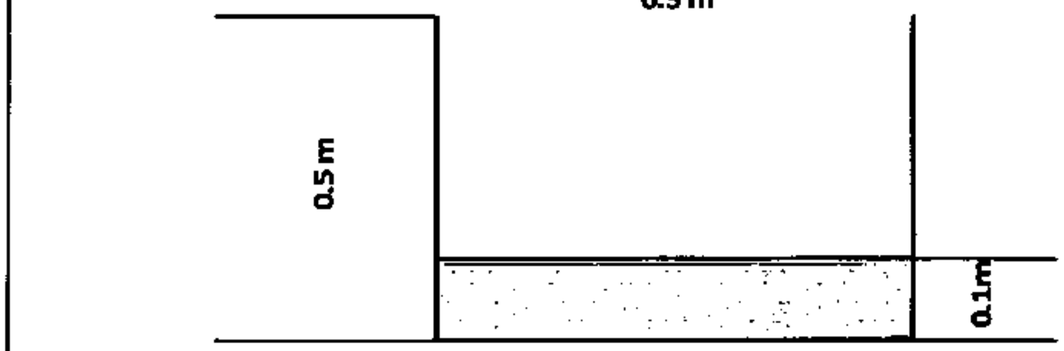
Fotografía 4 vista aérea de los tanques desarenadores

9.1.1.2 Canal de transporte de la pulpa

Estos dos tanques son alimentados mediante un canal abierto, el cual tiene un ancho de 0.5 m y una altura 0.5 m, el canal conduce un caudal aproximado de 0.088 m3/s, el cual calculado de la siguiente manera.

	Tiempos (s)
	4,30
	4,35
	4,56
	4,98
	4,80
	4,40
	4,56
	4,60
Promedio	4,57

Distancia (m)	8
Tiempo (s)	4,57
Velocidad (m/s)	1,75



1	2	3	4	5	6
Canal	Velocidad (m/S)	Profundidad (m)	Ancho (m)	Area (m2) 3x4	Caudal (m3/s) 5x2
1	1,75	0,1	0,5	0,05	0,088

Ilustración 14 cálculo de canal transportador de pulpa

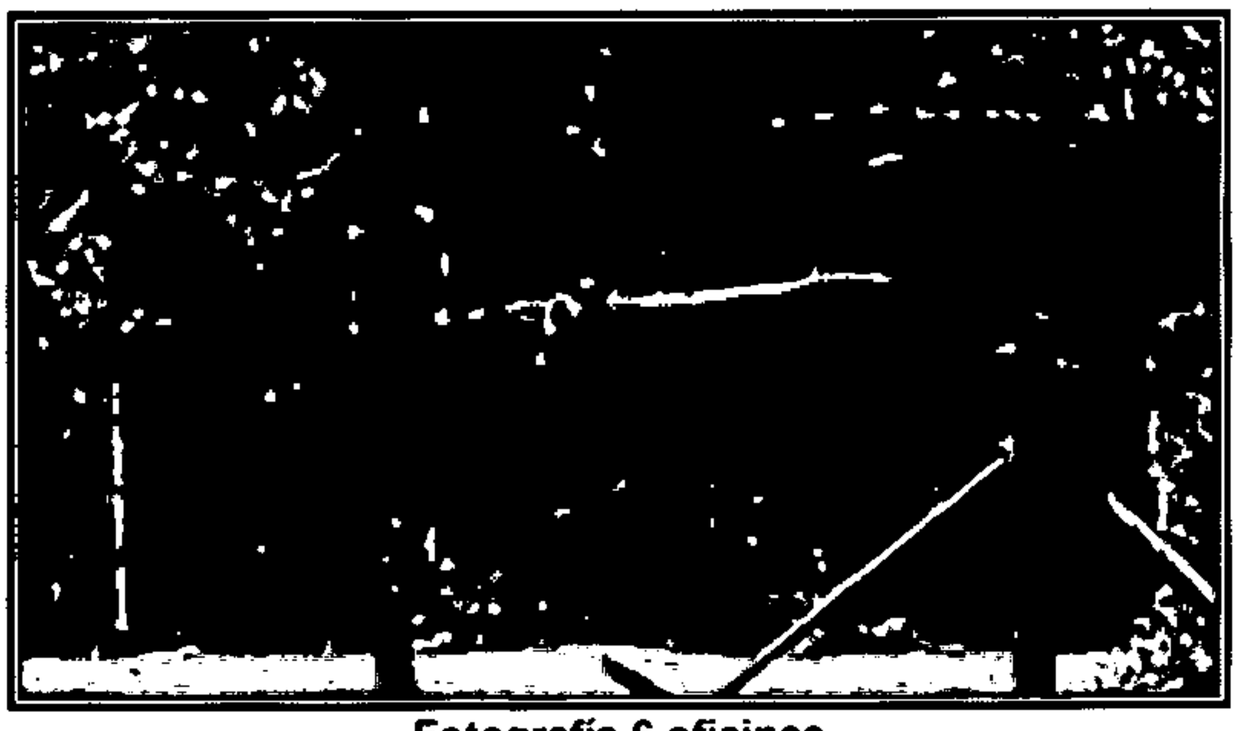
Luego de realizar un aforo en una sección del canal correspondiente a 8 metros de su longitud total, se pudo establecer la velocidad promedio y la altura de la lámina de agua, datos necesarios para los cálculos que se muestran en la tabla anterior y que permitieron obtener un dato aproximado del volumen de agua que se trasporta hacia los tanques cuando las compuertas del canal se encuentran abiertas.



Fotografía 5 Canal que transporta la pulpa acuosa

9.1.1.3 Edificaciones

Al interior de la propiedad correspondiente a la cantera se encuentra una casa de 2 plantas adecuada como oficinas administrativas para el personal que labora en esta área, se trata de una construcción convencional hecha con materiales como ladrillos, madera, tejas, varillas, etc.



Fotografía 6 oficinas

9.1.1.4 Vias internas

El sitio de explotación se encuentra comunicado con el de ubicación de los tanques y de las oficinas administrativas mediante una vía destapada en buenas condiciones cuyas especificaciones permiten el tránsito de cualquier tipo de vehículo, las pendientes más fuertes de la vía son moderadas y no merecen ninguna consideración especial, el material granular de la vía varía entre fino y grueso.

9.1.2 Consumo de agua

9.1.2.1 Toma y transporte de agua.

Corantioquia otorgó concesión de dos captaciones, una de la quebrada la Echavarría de 14.53 l/s y la otra de la quebrada el Barro de 6 .47 l/s, estas cuentan con sus respectivas obras de control y de reparto.

Mediante dos obras de control y de reparto se capta el caudal otorgado el cual es transportado por medio de tuberías en PVC de dos pulgadas de diámetro desde la obra de la quebrada La Echavarría y de 4 pulgadas de diámetro desde la obra de la quebrada El Barro.

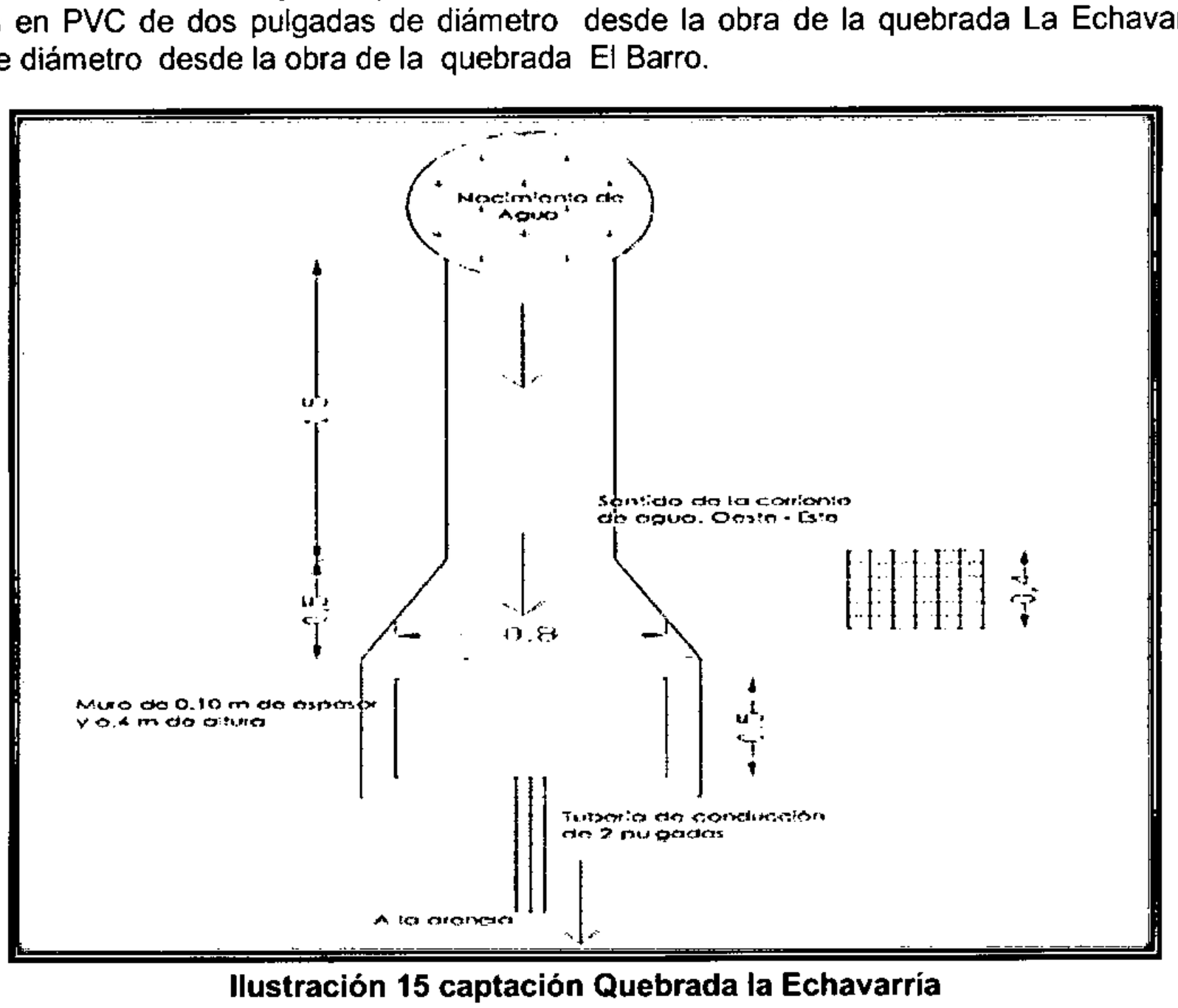


Ilustración 15 captación Quebrada la Echavarría

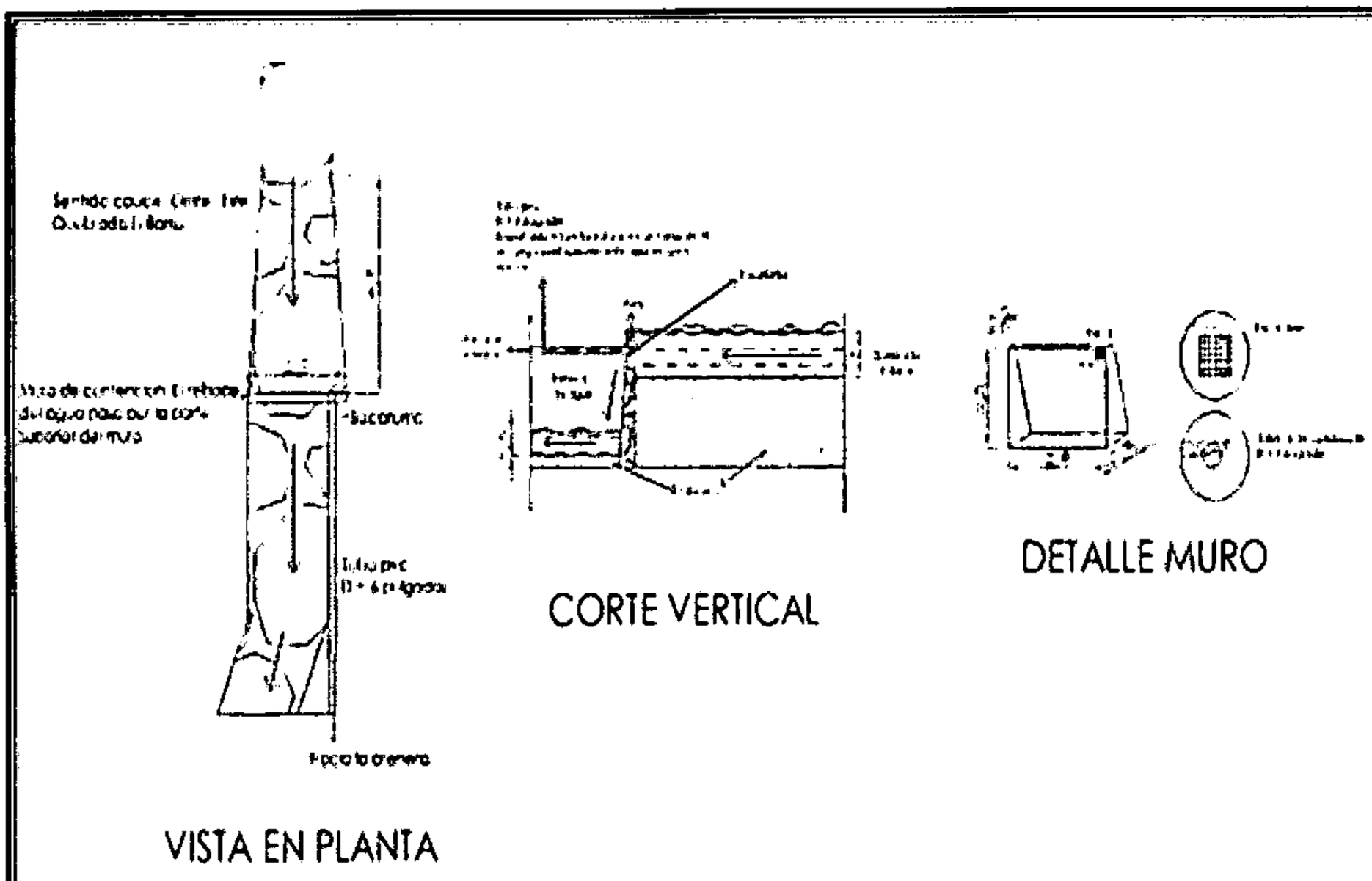


Ilustración 16 captación Quebrada el Barro

9.1.2.2 Consumo de agua

El caudal otorgado es utilizado para uso industrial, riego de cultivos y doméstico

9.1.2.2.1 Industrial

El 90% del caudal otorgado es para este uso, debido a que se requiere para la realización de las siguientes actividades:

- **Generación de pulpa acuosa:** el material que se extrae del bloque de reserva es mezclado con agua formando una pulpa acuosa, esto se realiza con el fin de separar la arena de otro tipo de sólidos o materiales presentes en el área por a la diferencia de sedimentación que existe entre ellos (Gravimetría).
  Como se mencionó anteriormente, la proporción que se requiere para la generación de la pulpa acuosa es de un metro cubico de arena por tres de agua,
- **Transporte de arena:** una vez formada la pulpa acuosa es conducida hasta el canal en concreto donde se transporta de manera hidráulica hasta los tanques desarenadores.
  Al canal se le adiciona más agua con el fin de mejorar el la velocidad de arrastre.

- **Lavado de arena:** durante el recorrido que realiza la arena por el canal en concreto se produce el lavado de esta, el cual consiste en la separación de las arcillas y limos

presentes en esta mediante la fricción del agua con las piedras que se encuentran en la base del canal.

- **Control de material particulado:** con el fin de mejorar la calidad del aire en la zona, especialmente en épocas de verano, se realizan aperciones de agua con el fin de controlar el material particulado (polvo) presente en el aire.
- **Lavado de vehículos y llantas:** cada que un vehículo sale de la arenera se procede al lavado de llantas y de las partes que contengan arenas o lodos, minimizando así los impactos negativos que se puedan presentar en el área de influencia.

9.1.2.2.2 Riego de cultivos.

La mayoría de las zonas donde se ha extraído material ha sido recuperada y se ha utilizado, en su gran mayoría, para la siembra de cultivos tales como pastos (de corte y gramíneas), cítricos, especies nativas, entre otras, las cuales son regadas mediante la aspersión con mangueras.

9.1.2.2.3 Doméstico

Básicamente el agua para uso doméstico es para satisfacer la demanda de los empleados que laboran en la Arenera, una cafetería que se encuentra en la primera planta donde funcionan las oficinas y así como también de los conductores de volquetas, paleros y de más personas que frecuentan las instalaciones.

9.2EQUIPOS.

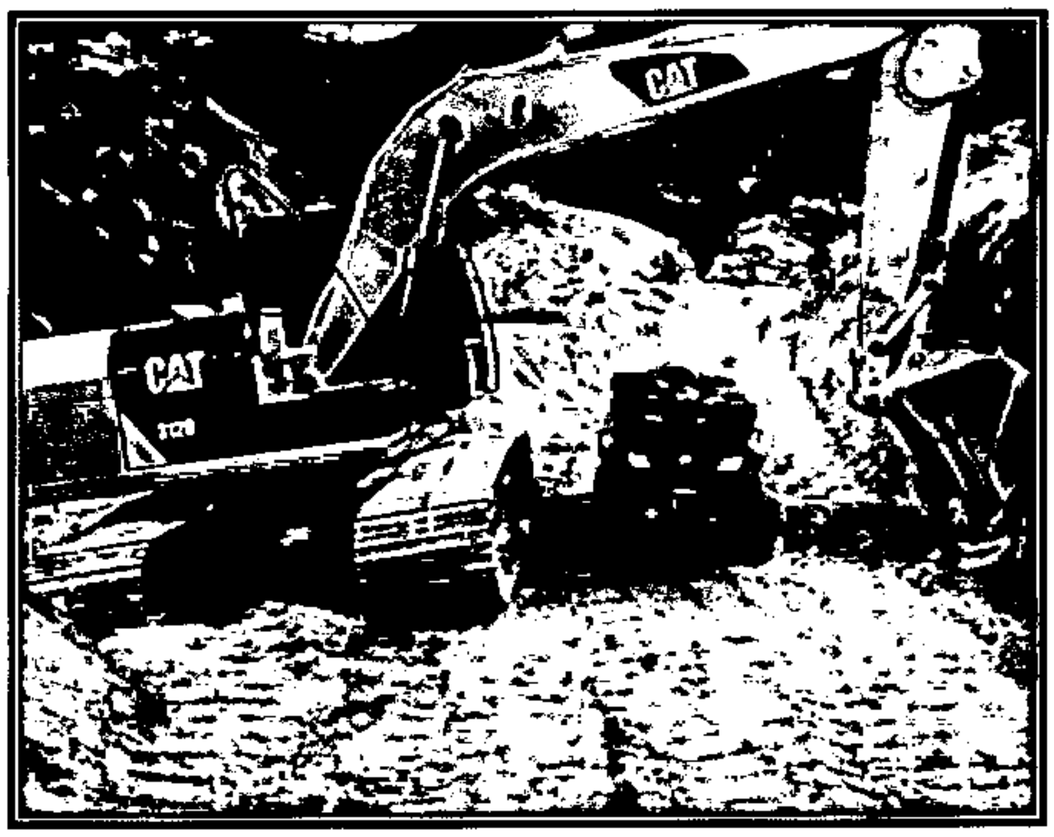
La Arenera cuenta con una retroexcavadora y un cargador, estos equipos son utilizados en diferentes labores como son el arranque del material, el transporte de la pulpa acuosa hasta el canal que la transporta, retiro de rocas presentes en el frente de trabajo, disposición de estériles, conformación del suelo en áreas donde ya no se extrae material, conformación de taludes, transporte de estériles y arenas, cargue de volquetas, entre otros.

9.2.1 Retroexcavadora

La retroexcavadora es una Caterpillar 312D L y sus especificaciones técnicas son las siguientes:

➢ Peso operativo	14 t
➢ Fabricante del motor	Caterpillar
➢ Tipo de Motor	C4.2Acert
➢ Dimensiones de equipo largo/ancho/ancho	7.6 x 2.58 x 2.83 m
➢ Energía del motor	67 KW
➢ Capacidad del balde	o.56 m^3
➢ Ancho de la zapata 6	600 mm
➢ Pluma	MB
➢ Displacement	4.25 l
➢ Revoluciones al máximo torque	2.200 minu-1

- Alcance horizontal 8.17 m
- Profundidad del dragado 5.54 m
- Bucket breakout force 96 kN
- Ancho del balde 1 m



Fotografía 7 Retroexcavadora Caterpillar 312D L

9.2.2 Retroexcavadora cargadora mixta (buldócer)

El Cargador es Caterpillar (SEM) 416 B y sus especificaciones técnicas son:

- **Motor**

Modelo de motor	(estándar) 3054C DINA
Potencia bruta – SAE J1995	SAE J1349 55 kW 74 hp
Potencia neta – SAE J1349	55 kW 74 hp
Modelo de motor (optativo)	3054C DIT
Potencia bruta – SAE J1995	69 kW 93 hp
➢ Potencia neta – SAE J1349	➢ 66 kW 89 hp

- **Pesos**

Peso en orden de trabajo– Nominal	6.792 kg 14.960 lb
Peso en orden de trabajo – Máximo	10.200 kg 22.466 lb

- **Retroexcavadora**

Retroexcavadora Profundidad de excavación	4.360 mm 14 pies 4 pulg estándar
Profundidad de excavación	5.456 mm 17 pies 11 pulg extendida



Fotografía 8 Retroexcavadora cargadora mixta

9.3 COMBUSTIBLES Y OTROS INSUMOS

El combustible utilizado tanto para la retroexcavadora como para el cargador es ACPM (Aceite Combustible Para Motor) los motores de estos son Diesel.

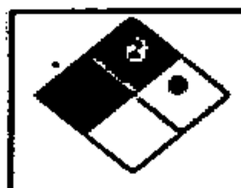
En cuanto al rendimiento por hora de combustible se tiene un consumo aproximado del:

- Retroexcavadora consume aproximadamente 5 galones por hora
- Cargador 1.3 galones./hora

Se debe tener presente que no todos los días se labora con la retroexcavadora, sin embargo se estima que en promedio esta trabaja un máximo de dos horas diarias, mientras que el cargador o buldócer durante 4 horas en promedio día. Dado lo anterior el promedio de combustible utilizado es de aproximadamente 91 galones semanales.

El suministro de combustible lo realiza la empresa Bellanita de Trasportes S.A., por medio de unos vehículos que se desplazan hasta la zona y que cumplen con todas las normas legales vigentes en materia de transporte y seguridad. (Decreto 1609 31 de julio de 2002 Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera)

Hoja de seguridad del combustible



1. PRODUCTO QUÍMICO
A.C.P.M.

2. IDENTIFICACIÓN

SINONIMOS	Diesel. Aceite Combustible para Motores, Fuel Oil Nº 2.
FORMULA	Mezcla compleja de hidrocarburos.
COMPOSICIÓN	Hidrocarburos y aditivos.
NÚMERO CAS	68334-30-5
NÚMERO UN	1202
CLASE UN	3.3
USOS	Combustible automotor, combustible para locomotoras, generadores de electricidad, combustible para motores.

3. EFECTOS PARA LA SALUD

LÍMITES DE EXPOSICIÓN OCUPACIONAL

TWA 100 ppm. STEL No reportado TECHO (C) No reportado

IPVS No reportado

INHALACIÓN	Los vapores producen dolor de cabeza, náuseas, mareo, narcosis, irritación de los ojos, nariz, tráquea y pulmones, depresión del sistema nervioso central, inconsciencia (a altas temperaturas y ventilación deficiente).
INGESTION	Puede resultar nocivo o fatal. Alto riesgo de aspiración si se presenta el vómito. Si se bronconaspira la sustancia puede causar neumonitis química.
PIEL	Irritación, resequedad. Se absorbe por la piel.
OJOS	Irritación, enrojecimiento y ardor.

EFECTOS CRÓNICOS
El contacto repetido o prolongado con la piel causa dermatitis. Estudios de laboratorio han mostrado el desarrollo de cáncer de piel en animales, sin embargo esto no ha sido relacionado para humanos.

4. PRIMEROS AUXILIOS

INHALACION	Traslade al aire fresco. Si no respira administre respiración artificial. Si respira con dificultad suministre oxígeno. Mantenga la victima abrigada y en reposo. Busque atención médica inmediatamente.
INGESTIÓN	Lave la boca con agua. Si está consciente, suministre abundante agua. No induzca el vómito. Si éste se presenta en forma natural, incline la victima hacia el frente para reducir el riesgo de broncoaspiración, suministre más agua. Busque atención médica inmediatamente.
PIEL	Retire la ropa y calzado contaminados. Lave la zona afectada con abundante agua y jabón, mínimo durante 15 minutos. Si la irritación persiste repita el lavado. Busque atención médica inmediatamente.
OJOS	Lave con abundante agua, mínimo durante 15 minutos. Levante y separe los párpados para asegurar la remoción del químico. Si la irritación persiste repita el lavado. Busque atención médica inmediatamente.

5. RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN

PELIGROS
Líquido inflamable. Puede encender por calor, chispa, llama o descarga electrostática. Los contenedores vacios pueden tener residuos del producto que incluyen vapores que pueden formar mezclas inflamables y explosivas con el aire.

PRODUCTOS DE LA COMBUSTIÓN

Monóxido de carbono, dióxido de carbono y óxidos de azufre.

PRECAUCIONES
Mantenga alejado de toda fuente de ignición, calor, generación de electricidad estática y materiales incompatibles. Los equipos eléctricos, de iluminación y ventilación deben ser a prueba de explosión. Conecte a tierra los contenedores para evitar descargas electrostáticas.

PROCEDIMIENTOS EN CASO DE INCENDIO
Evacúe o aisle el área de peligro. Restrinja el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Ubíquese a favor del viento. Use equipo de protección personal. Retire el material combustible de los alrededores. Retire los contenedores si puede hacerlo sin riesgo, en caso contrario, enfríelos con agua en forma de rocío. No introduzca agua en los contenedores.

AGENTES EXTINTORES DE FUEGO

Polvo químico seco, dióxido de carbono, espuma.

6. PROCEDIMIENTOS EN CASO DE ESCAPE Y/O DERRAME

Evacúe o aisle el área de peligro. Elimine toda fuente de ignición. Restrinja el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Detenga la fuga si es posible. Ubíquese a favor del viento. Use equipo de protección personal. Ventile el área. No permita que caiga en fuentes de agua y alcantarillas. Bombee con equipo anti-explosión. Absorba el remanente o los derrames pequeños con tierra diatomácea, arena o tierra. Recoja con herramientas que no produzcan chispas y deposite en contenedores limpios y secos con cierre hermético para su posterior disposición. Coloque en una instalación apropiada los desechos.

7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

MANIPULACIÓN

Use siempre protección personal así sea corta la exposición o la actividad que realice con el producto. Mantenga estrictas normas de higiene, no fume, ni coma en el sitio de trabajo. Use las menores cantidades posibles. Conozca en donde está el equipo para la atención de emergencias. Lea las instrucciones de la etiqueta antes de usar el producto. Rotule los recipientes adecuadamente.

ALMACENAMIENTO

Lugares ventilados, frescos y secos. Lejos de fuentes de calor e ignición. Separado de materiales incompatibles. Rotule los recipientes adecuadamente y protéjalos del daño físico. Los equipos eléctricos, de iluminación y ventilación deben ser a prueba de explosión. Conecte a tierra los contenedores para evitar descargas electrostáticas.

PRECAUCIONES

Líquido inflamable. Evite el contacto directo con el producto. Lávese cuidadosamente después de manejarlo.

8. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL/CONTROL EXPOSICIÓN

USO NORMAL
Ropa de protección química, gafas de seguridad, guantes impermeables de nitrilo/viton. Si la concentración excede los límites de seguridad use respirador adecuado.

CONTROL DE EMERGENCIAS
Equipo de respiración autónomo (SCBA) y ropa de protección total.

CONTROLES DE INGENIERÍA
Ventilación local y general, para asegurar que la concentración no exceda los límites de exposición ocupacional. Debe disponerse de duchas y estaciones lavaojos.

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

APARIENCIA	Liquido claro a ámbar con olor a hidrocarburo.
GRAVEDAD ESPECÍFICA (AGUA=1)	0.82 – 0.87 / 20 °C
PUNTO DE EBULLICIÓN (°C)	271 - 372
PUNTO DE FUSIÓN (°C)	-20 a -40
PUNTO DE INFLAMACIÓN (°C)	40 - 88
TEMPERATURA DE AUTOIGNICIÓN (°C)	257
LÍMITES DE INFLAMABILIDAD (% V/V)	0.5 - 5
DENSIDAD RELATIVA DEL VAPOR (AIRE=1)	No reportado
PRESIÓN DE VAPOR (mm Hg)	0.5 / 20 °C
VISCOSIDAD (cp)	
PH	No aplicable
SOLUBILIDAD	Insoluble en agua. Soluble en otros hidrocarburos.

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

ESTABILIDAD

Estable bajo condiciones normales. No ocurre polimerización peligrosa.

INCOMPATIBILIDADES (Materiales a evitar)

AGUA (NO) AIRE (NO)

OTROS: halógenos, ácidos fuertes, álcalis y agentes oxidantes.

11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Si se aspira la sustancia dentro de los pulmones puede causar neumonitis química.
DL50 (oral, ratas) = 7650 mg/kg.

12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

Mortal para la vida acuática y todo tipo de vida animal.

13. CONSIDERACIONES DE ELIMINACIÓN

Los desechos de la absorción del derrame se pueden eliminar por incineración controlada en un lugar aislado.

14. INFORMACIÓN DE TRANSPORTE

Etiqueta roja de líquido inflamable. No se puede transportar con sustancias explosivas, gases inflamables o venenosos, sólidos de combustión espontánea, sustancias comburentes, peróxidos orgánicos, materiales radiactivos ni sustancias con riesgo de incendio. Grupo de empaque: III

9.4 PRODUCCIÓN DE MATERIALES ÚTILES EN METROS CÚBICOS O EN TONELADAS AL AÑO

Anualmente se benefician en promedio un total de 75.000 metros cúbicos de arena, con una producción diaria de 223 metros

9.5 RELACIÓN DE MATERIALES ÚTILES CON LOS MATERIALES ESTÉRILES.

Básicamente, los estériles que se generan durante el proceso de extracción de la arena son lodos los cuales resultan de la dilución de limos y arcillas durante el lavado de la arena y que se encuentra presentes en las aguas residuales industriales como solidos suspendidos.

El cálculo de la producción de lodos se realiza partiendo de la caracterización de la calidad del agua residual industrial mediante un análisis de laboratorio donde se mide la cantidad de sólidos suspendidos totales presentes en el agua.

Teniendo presente la caracterización realizada Mediante contrato No. CN-1409232 suscrito entre Corantioquia y DIESPU S.A. y cuyo objeto el "Realizar el monitoreo de los sistemas de tratamiento y vertimientos de aguas residuales y el seguimiento de los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV", se realizó El 24 de febrero de 2015, el monitoreo compuesto durante 10 horas tomando alícuotas cada 30 minutos al vertimiento de la Arenera.

Este monitoreo arrojo los siguientes resultados:

Tabla 9 Resultados de monitoreo

DBO_5	2
SST	2.135
Caudal promedio	28,5
Tiempo de Descarga	5
Días mes	20

Dado lo anterior se procede a realizar el cálculo de la Carga Contaminante y se tiene lo siguiente:

Tabla 10 Calculo de la carga contaminante

Parámetro	Concentración	Carga		
		Kg/día	Kg/mes	Kg/año
Sólidos Suspendidos Totales	2.135,00	1095,26	22178,91	266.146,97

Tabla 11 parámetros y valores

Parámetro	Valor
Caudal (l/seg)	28,5000
Factor de conversión	0,0864
Período de descarga (horas/día)	5
Tiempo de descarga (t/24)	0,208
Días mes	20
Días año	243

En total la arenera presenta una generación de 223 kilogramos mensuales de lodos (estériles), equivalentes aproximadamente a 1.5 metro cubico al mes, versus una producción mensual de 6.250 metros cúbicos de arena.

10. GENERACIÓN DE RESIDUOS

10.1 RESIDUOS LÍQUIDOS

10.1.1 Aguas residuales industriales:

El caudal promediado en los últimos muestreos realizados ha sido de 15.44 l/segundo, sin embargo se elaboró el diseño de un sistema de tiramiento para un caudal residual de 20 l/segundo

Las aguas residuales industriales descargan a la quebrada La García en el punto con coordenadas geodésicas 06º20`53,90 Norte y 75º34`14,44 Oeste

El día 8 de enero del 2015 se realizó un monitoreo a las aguas residuales industriales, con el fin de realizar los diseños de un sistema de tratamiento y con ello cumplir con los requerimientos exigidos por la normatividad ambiental vigente,

Cabe resaltar que los análisis se realizaron a la entrada y salida de los tanques sedimentadores los cuales solo realizan un tratamiento primario y los resultados fueron los siguientes

Tabla 12 Descripción del vertimiento industrial

Características aguas residuales industriales	Unidades	Valor
Caudal descarga promedio	L/s	14,08
Frecuencia de la descarga	días/mes	26,0
Tiempo de la descarga	horas/día	1,0
Tipo de flujo	-	continuo

Los parámetros que se caracterizaron fueron los siguientes

- DBO5
- DQO
- SST (Sólidos Suspendidos Totales)
- Grasas y aceites

Así mismo se tomó en campo PH y Temperatura

Los resultados de los análisis de las aguas residuales fueron realizados por el Laboratorio ACUAZUL LTDA.

Tanto al afluente como para el efluente y por medio del cálculo respectivo se calcula la eficiencia del sistema, en cuanto a remoción de DBO_5, DQO, Sólidos Suspendidos Totales, grasas y aceites

Tabla 13 Calculo carga contaminante entrada a los sedimentadores

Parámetro (unidades)	Concentración (mg/l)	Caudal (Lts/s)	Día (seg)	Tiempo		Carga (Kg/día)
Dbo^5 total (mgO_2/L)	<1,89	16,64	0.0864	24	0,5	1,36
Dqo total (mgO_2/L)	<2,4	16,64	0.0864	24	0,5	1,73
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	4.280	16,64	0.0864	24	0,5	3076,67
Grasas y Aceites	<9,0	16,64	0.0864	24	0,5	5,39

Tabla 14. Calculo carga contaminante salida de los sedimentadores

Parámetro (unidades)	Concentración (mg/l)	Caudal (Lts/s)	Día (seg)	Tiempo		Carga (Kg/día)
Dbo5 total (mgO_2/L)	<1,89	14,08	0,0864	24	0,5	1,15
Dqo total (mgO_2/L)	<2,4	14,08	0,0864	24	0,5	1,46
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	2.360	14,08	0,0864	24	0,5	1435,48
Grasas y Aceites	<9,0	14,08	0,0864	24	0,5	4,562

Tabla 15 Calculo de eficiencias y remociones tratamiento primario

Eficiencia			
Parámetro (unidades)	Afluente (kg/día)	Efluente (Kg/día)	Eficiencia (%)
DBO_5 total (mg O_2/l)	1,36	1,15	15,4
DQO total (mg O_2/l)	1,73	1,46	15,4
Sólidos suspendidos totales (mg/l)	3076,67	1435,48	53,3
Grasas y Aceites	5,39	4,562	15,38

El decreto 1594 de 1984 establece en sus artículos 72: Todo vertimiento a un cuerpo de agua y el 73: Todo vertimiento a un alcantarillado público deberá cumplir, por lo menos con las

siguientes normas.

Tabla 16 Relación del vertimiento de la PTARI con la normatividad (Decreto 1594/84)

Parámetro	Decreto 1594/84	Salida 14/11/2013
pH	5 a 9 unidades	7,29 unidades de pH
Temperatura	≤ 40 ° C	20,5 °C
Material flotante	Ausente	Ausente
Sólidos Suspendidos Totales	Remoción carga ≥ 80%	53,3%
DBO_5 total	Remoción carga ≥ 80%	15,4%

Para mejorar la calidad de las aguas residuales industriales, la Arenera los Builes elaboro en el año 2013 un proyecto, el cual se ha estado implementando, al corto y mediano plazo, con el que se pretende reducir los impactos ambientales negativos a la quebrada la García, donde actualmente se realiza el vertimiento.

Igualmente este proyecto fue avalado por Corantioquia y hace parte de los compromisos pactados entre la Arenera y la Corporación Mediante los acuerdos 441 de 2013 y. 445 de 2014, y que en abril de este año se le realizaron algunos ajustes.

Como se mencionó anteriormente, desde el año 2013 en la Arenera se han estado ejecutando cambios y ajustes para mejorar la calidad del vertimiento, no solo por cumplir con las metas trazadas por la Corporación, sino también por la política ambiental que se desarrolla al interior de esta.

Estos cambios y ajustes son entre otros:

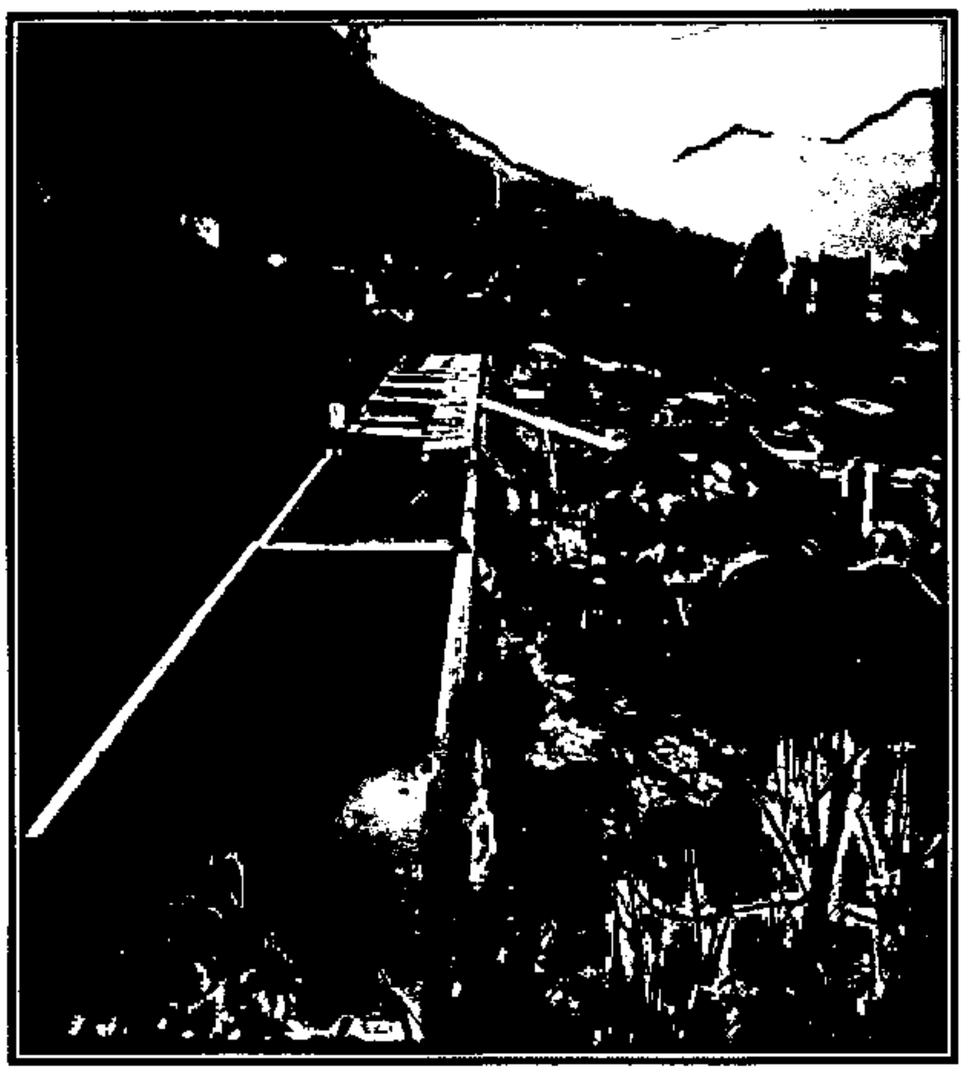
- Contratación del diseño del sistema de tratamiento.
- Diseño y construcción de tanques sedimentadores
- Utilización de floculantes para mejorar la calidad del efluente
- Elaboración de Plan de Gestión del Riesgo para el Vertimiento.

10.1.1.1 Construcción de sedimentadores

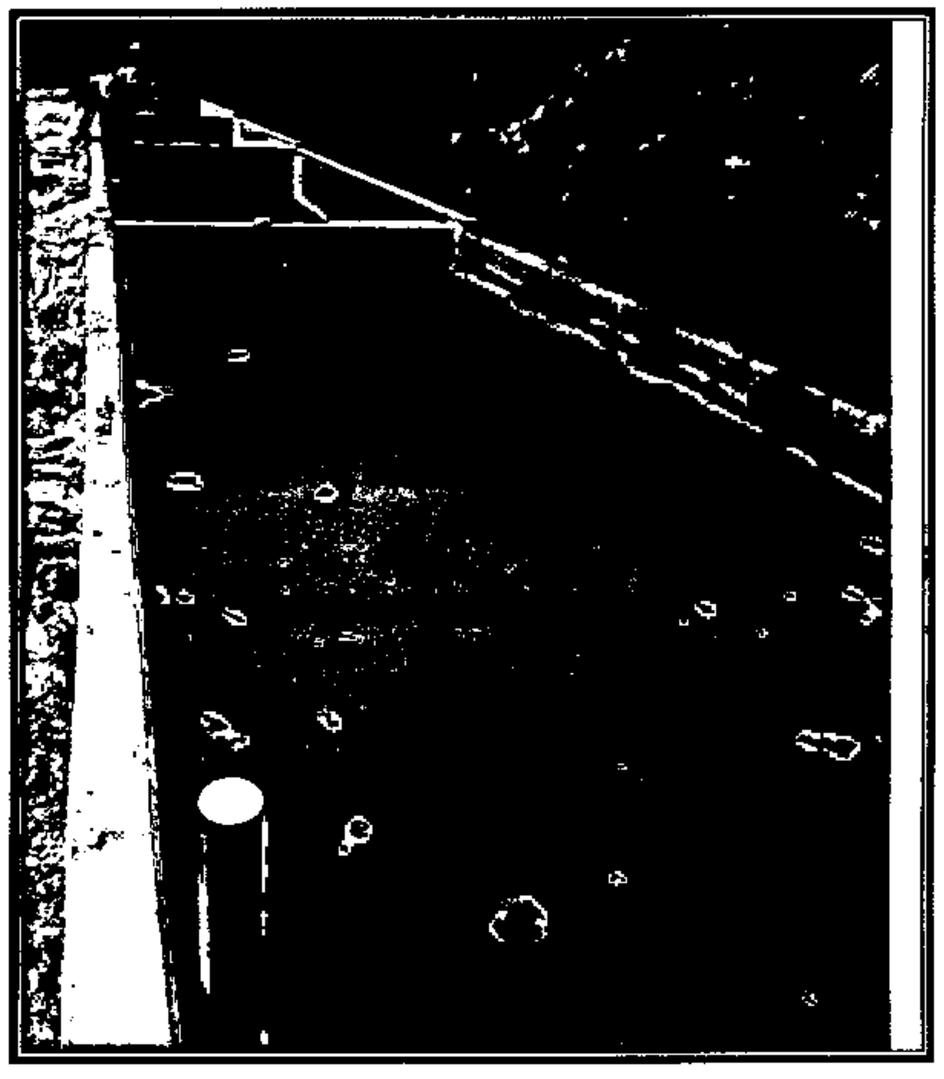
Se construyeron en total cinco sedimentadores, cada uno de ellos de 10 metros de largo por 4.40 metros de ancho y 1.40 metros de alto, con capacidad de 61.6 metros cúbicos. (Fotografía 9 y Fotografía 10)

Los sedimentadores funcionan por gravedad y cuenta con un sistema de tuberías en la parte inferior con el fin de realizar la respectiva evacuación de lodos finos cuando se les realice el debido mantenimiento a estos.

Parte de efluente del último sedimentador, será conectado al sistema de recirculación que se tiene previsto realizar



Fotografía 9 proceso constructivo sedimentadores



Fotografía 10 sedimentadores ya en funcionamiento

10.1.1.2 Disminución del caudal vertido.

Con el fin de disminuir las cargas contaminantes se diseñara y se implementara un sistema de recirculación de agua que ira desde el efluente de los tanques sedimentadores hasta un tanque de almacenamiento que será construido cerca del frente de explotación tal como se aprecia en la siguiente imagen.



Ilustración 17 puntos posibles de ubicación de sistema de recirculación

El proceso que se llevara a cabo para cumplir con lo anterior será el siguiente;

- Se contrataran los estudios y diseños de un sistema de recirculación del agua procedente del efluente de los tanques sedimentadores que ya fueron construidos.
- Adquisición de recursos para la contratación de las obras civiles y contratación del personal calificado para la realización de las obras diseñadas,
- Construcción y puesta en marcha del sistema de recirculación previamente diseñado.
- Monitoreo control y ajustes, en caso de ser necesarios, al sistema implementado.

10.1.1.3 Cronograma

Actividades a Mese años 2017 Meses año 2018

desarrollar	4	5	6	7	8	9.	9	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Puesta en marcha de los sedimentadores construidos																				
2, contratación de estudios y diseños																				
3 Adquisición de recursos,																				
4,Contratación de obras y mano de obra																				
5,Construcción de sistema de recirculación																				
6.Conexión de sedimentadores y sistema de re circulación																				
7.Monitoreo, control y ajustes al sistema instalado																				

10.1.1.4 Aguas residuales domésticas

Las aguas residuales domésticas provienen principalmente de dos unidades sanitarias y por una cocineta que se encuentran ubicadas en las instalaciones de las oficinas.

Teniendo presente que la Arenera cuenta con un total de cinco empleados y que dentro de las instalaciones existe una cafetería con un área inferior a los 40 m2 se estima que las aguas residuales domésticas son aproximadamente:

Tabla 17 Generación aguas residuales empleados

Nº de personas	5
Consumo	50 l/persona-día
Nº de días	1
Tasa de retorno	85%
Q ard=	0,00246 l/s

Tabla 18 Generación aguas residuales cafetería

Total	1
Consumo	20
Nº de días	1
Tasa de retorno	85%
Q ard=	0,00020 l/s

En total se generan aproximadamente **0.00266 l/s** de aguas residuales domésticas, estas son conducidas hasta un sistema de tratamiento que constan de un tanque séptico prefabricado en fibra de vidrio reforzada, es cilíndrico horizontal, con tres cámaras de inspección.

El cilindro está compuesto por tres compartimientos internos: los dos primeros conforman el tanque séptico y el tercero el Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente FAFA.

En la primera cámara los materiales sólidos más pesados van al fondo por sedimentación y los más livianos (grasas, natas, aceites, entre otros) se quedan en la superficie del agua por flotación. En la segunda cámara caen los residuos que no fueron retenidos en la primera cámara, dando inicio al proceso de digestión biológica.

La función del FAFA, también llamado reactor anaerobio tiene por finalidad reducir su carga contaminante de las aguas servidas. El agua servida es alimentada al filtro a través del fondo, construido de forma que permita distribuir el flujo en forma uniforme en toda la sección del filtro. El agua a ser tratada se hace pasar a través de un cuerpo poroso, llevándola al contacto con una fina biopelícula de microorganismos adheridos a la superficie, o floculados, donde se realiza el proceso de degradación anaerobia.

El efluente del FAFA es conducido hasta un filtro en espiga de pescado y la disposición final de estas son el suelo.

10.1.2 RESIDUOS SOLIDOS

Con el fin de establecer la cantidad de residuos generados en la Arenera, se procedió a realizar un diagnóstico de la generación de estos de acuerdo a su tipología de reciclables y no reciclables, el diagnostico se realizó por un periodo de veinte días, donde fueron pesados y estos fueron los resultados:

Tabla 19 Generación de residuos solidos

Fecha	Reciclables (kg/día)	No reciclables (kg/día)	Total
23/05/2017	3	12,2	15,2
24/05/2017	2,5	12	14,5
25/05/2017	2,5	6,5	9
26/05/2017	3	4	7

27/05/2017	4	3,6	**7,6**
28/05/2017	4	3,6	**7,6**
29/05/2017	4	3,6	**7,6**
30/05/2017	2,5	6	**8,5**
31/05/2017	2	5	**7**
01/06/2017	0	5	**5**
02/06/2017	4,5	8	**12,5**
03/06/2017	2,5	5	**7,5**
04/06/2017	2,5	5	**7,5**
05/06/2017	4	1	**5**
06/06/2017	3	11,7	**14,7**
07/06/2017	3	4	**7**
08/06/2017	7	5	**12**
09/06/2017	5	7	**12**
10/06/2017	10	8	**18**
11/06/2017	9	7	**16**
Total	**78**	**123,2**	**201,2**

Es de anotar que en la Arenera no se generan residuos Peligrosos, debido a que el mantenimiento a la maquinaria se realiza en talleres por fuera de sus instalaciones y no se utilizan sustancias químicas durante el proceso que generen envases contaminados con estas.



Ilustración 18 Porcentaje de generación de residuos

Los residuos ordinarios no reciclables son recolectados por INTERASEO S.A- ESP, quien es el prestador del servicio de aseo en la zona, con una frecuencia de tres veces por semana.

INTERASEO, transporta los residuos hasta el relleno sanitario La Pradera, donde se realiza su disposición final,

Los residuos reciclables (papel periódico, envases desechables), una vez se cuenta con una cantidad representativa, son transportados por el mismo personal de la Arenera, a las diferentes empresas recicladoras o chatarrerías existentes en la zona.

11. DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE ESTUDIO.

11.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA ESTUDIO

El municipio de Bello, pertenece al departamento de Antioquia, en la República de Colombia. Está enclavado en las estribaciones de la cordillera Central de los Andes colombianos, a una altura promedia de 1.450 m.s.n.m., con una latitud norte de 6º 21' 24", y una longitud oeste de Greenwich de 75º 34' 00".

Se encuentra a 10 Km de distancia por carretera de la capital del departamento de Antioquia, Medellín.

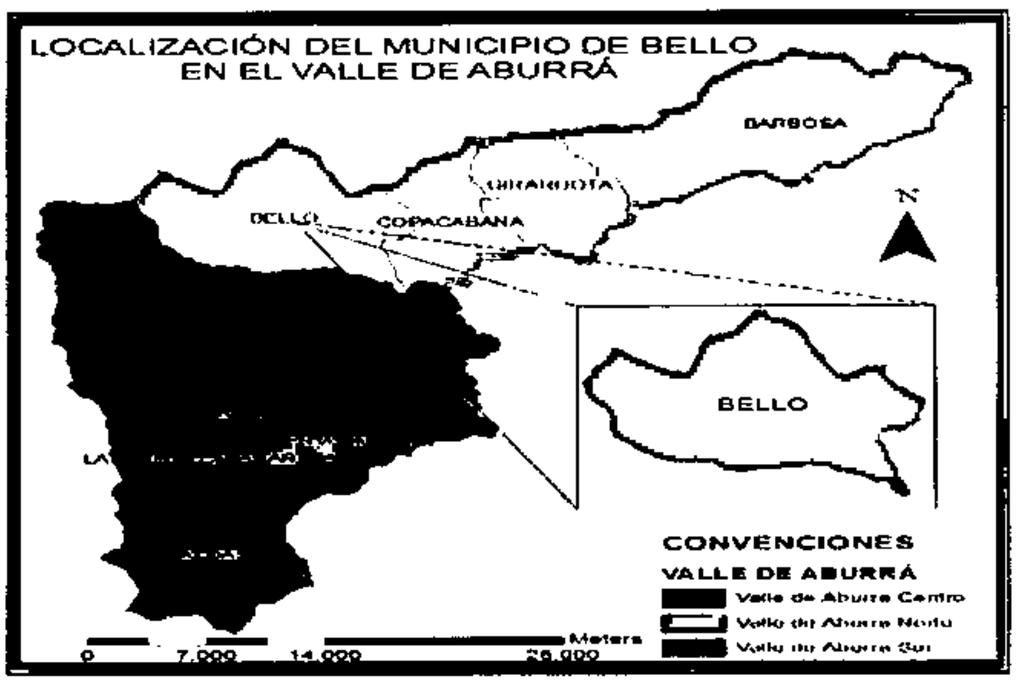


Ilustración 19 Localización del Municipio de Bello en el Área Metropolitana

El Municipio de Bello se encuentra en medio de tres significativas regiones del Departamento de Antioquia, ya que limita en la Región Norte con el Municipio de San Pedro de Los Milagros y con el Municipio de Copacabana perteneciente al Norte del Valle de Aburrá, en la región occidental, limita con el Municipio de San Jerónimo, y al Sur, limita con la Región Central del Valle de Aburra con el Municipio de Medellín.

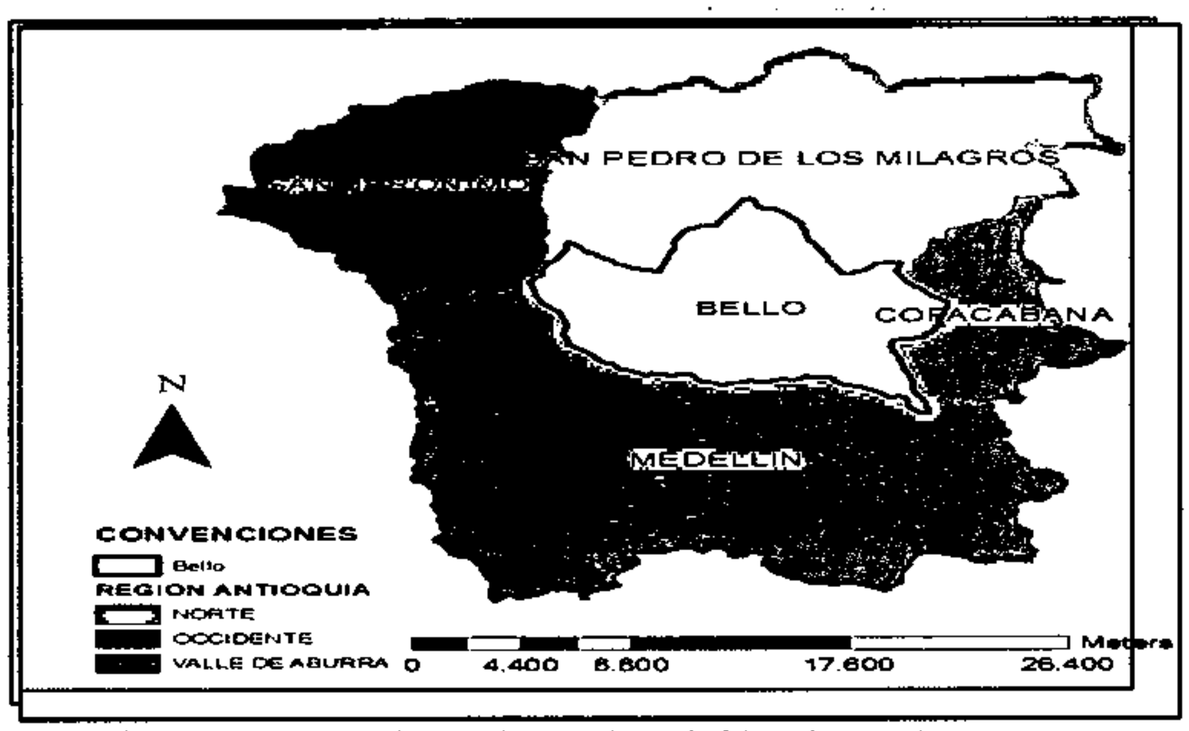


Ilustración 20 imites del municipio de bello

En la Tabla 20 y en la Ilustración 21 se presenta las coordenadas geográficas (latitud y longitud) aproximadas que delimitan el terreno de la arenera de los Builes, teniendo como base la imagen presente en Google Earth del 19 de enero de 2016, anexando la altura sobre el nivel del mar y su punto cardinal.

Tabla 20 Localización geográfica, altura sobre el nivel del mar y punto cardinal que delimita el terreno de la arenera los Builes, municipio de Bello, departamento de Antioquia-Colombia.

Nombre del Punto	Latitud	Longitud	Altura (msnm)	Punto Cardinal
Depósito Arena	6° 21´01.32"	75° 34´ 24.68"	1532	Noreste
Depósito Arena	6° 20´55.70	75° 34´ 23.61"	1539	Este
Oficina	6° 20´52.64"	75° 34´ 28.86"	1538	Sureste
Explotación-Actual	6° 21´18.93"	75° 35´ 12.07"	1886	Norte-Centro
Antigua explotación	6° 20´53.58"	75° 34´ 30.82"	1545	Sur
La Aguada	6° 21´12.76"	75° 35´ 16.35"	1908	Sur-Centro
Aguada Parte Alta	6° 21´27.26"	75° 35´ 46.60"	2346	Suroeste
Entrada Represa Fabricato	6° 21´53.58"	75° 35´ 48.74"	2408	Oeste
La García Parte Alta	6° 21´33.66"	75° 35´ 47.82"	2349	Noroeste

Nombre del Punto	Latitud	Longitud	Altura (msnm)	Punto Cardinal

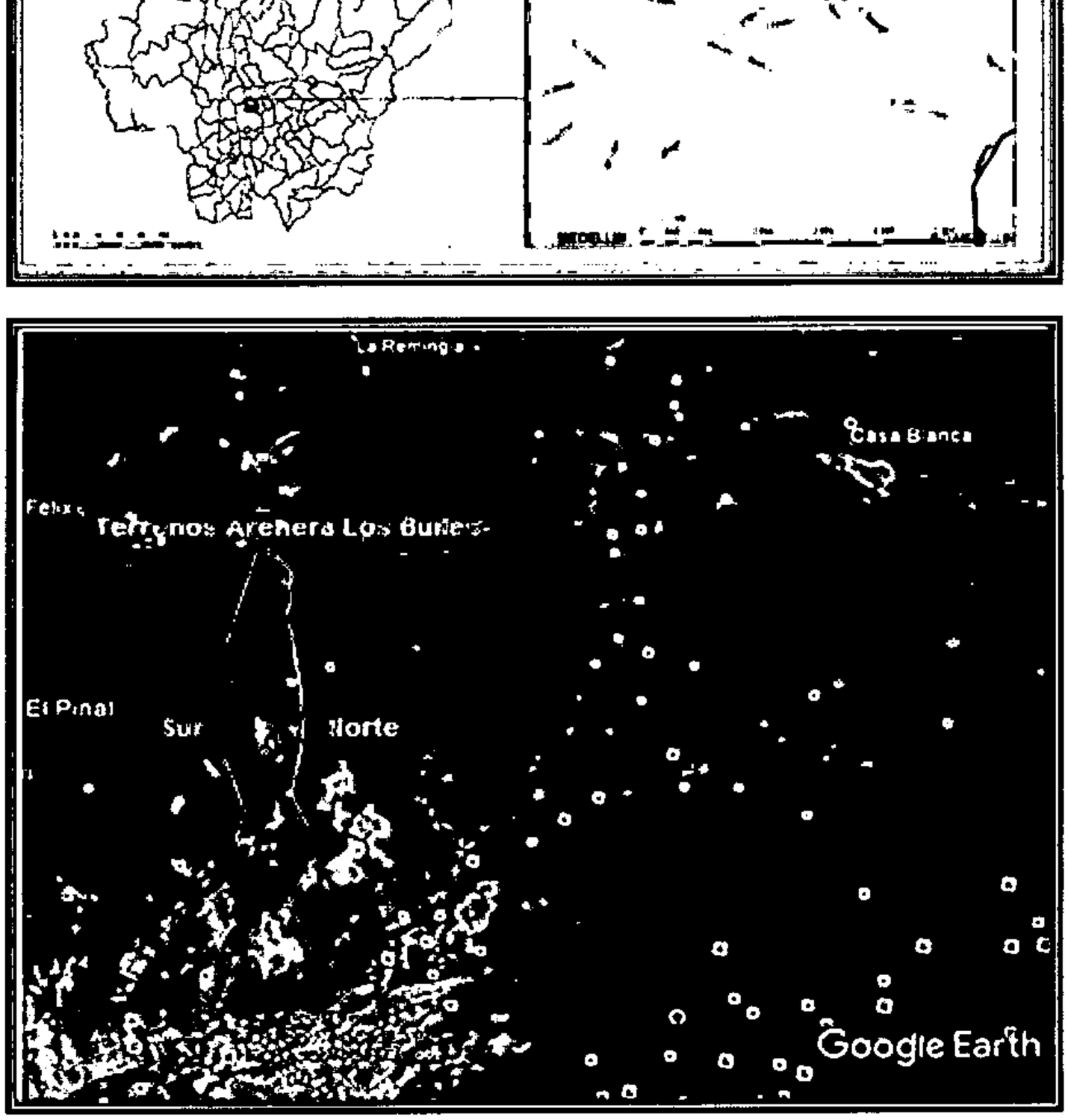


Ilustración 21. Localización del área de estudio e imagen aérea de la arenera de los Builes en el municipio de Bello, Antioquia-Colombia

11.2 ASPECTOS FÍSICOS

11.2.1 Geología y Geomorfología

11.2.1.1 Geología

El municipio de Bello se localiza sobre la margen izquierda del río Medellín, sobre un ancho y profundo valle intramontano conformado por depósitos sedimentarios de tipo aluvial, depósitos aluvio-torrenciales y coluviales de edad cuaternaria.

De acuerdo con la ubicación regional de la zona, se puede decir que la geología regional para el área de interés se encuentra en su totalidad en el denominado batolito o tonalita de ovejas.

La Tonalita de Ovejas constituye un batolito de 165 km2 (González, 1997) alargado en dirección norte sur, con una longitud de 22 km y un ancho promedio de 8 km; en su borde occidental aparece ramificado con brazos separados por una franja de esquistos cuarzosericíticos del Complejo Cajamarca. Su forma es concordante con las estructuras regionales de la Cordillera Central, pero localmente discordante con las estructuras de las rocas metamórficas encajantes, y presenta una aureola de contacto de amplitud variable caracterizada por la presencia de migmatitas de inyección y cornubianitas de alto grado de metamorfismo hacia la parte interna de la aureola.

11.2.1.2 Geomorfología

Basados en el trabajo de Yotagri y Cataño (2015).en el área de análisis las unidades geomorfológicas de mayor presencia son las vertientes intermedias y la de depósitos a media y baja ladera.

Las vertientes intermedias son las de mayor porcentaje en el área de la arenera, localizadas en la parte alta e intermedia, caracterizadas por ser largas y continuas, con perfiles plano convexos y drenajes de patrón subparalelo a subdendrítico que forman valles en V. Existe la presencia de depósitos de vertiente a media ladera, así como depósitos torrenciales a lo largo de las cuencas medias de algunas quebradas. Fallas y lineamientos en esta unidad determinan procesos de inestabilidad representados en cicatrices de deslizamientos y erosión intensa en los flancos, así como en control estructural en los drenajes (Figura 1).

Respecto a la unidad de depósitos a media y baja ladera, esta es de menor porcentaje ubicándose hacia la parte baja de la arenera; se encuentra compuesta por flujos de lodo, escombros y depósitos torrenciales de las quebradas, quienes le imprimen al paisaje en las partes medias y bajas de las vertientes una morfología especial con superficies semiplanas de leve pendiente, que de manera alargada siguen a los cauces de los drenajes y rellenan depresiones de las montañas (Figura 1).

11.2.2 Zona de vida

Las zonas de vida presentes en el área de estudio son bosque húmedo Premontano-bh-PM y bosque húmedo Montano Bajo-bh-MB.

El bosque húmedo Premontano-bh-PM, se presenta en áreas geográficas de la llamada zona cafetera especialmente en las montañas andinas, unas veces limitando con los valles tropicales secos de los ríos Magdalena, Cauca y Patía, o en el interior de las cordilleras como en el Valle de Aburrá.

Los límites climáticos generales son una temperatura media entre 18-24°C, el promedio anual de lluvias oscila entre 1.000 y 2.000 mm y la altitud se concentra entre los 1000 y 2000 msnm.

Los bosques originales en esta zona de vida fueron talados para dar paso a la agricultura y grandes asentamientos humanos. La suavidad del clima ha favorecido una elevada población humana en ciudades y campos en donde cultivan café, plátano, maíz, frijol, yuca, arracacha, caña de azúcar, cabuya, hortalizas, pastos de corte (imperial, elefante), frutales (cítricos, mango, aguacate, pomo, papaya, guayaba, piña) y establecen potreros.

En los terrenos de la arenera de los Builes, el bh-PM se presenta entre la zona de depósito de la arena para su cargue y el área de explotación actual.

La segunda zona de vida en la arenera, corresponde al bosque húmedo Montano Bajo (bh-MB) comúnmente llamada tierra fría húmeda, situada entre la actual zona de explotación y la parte alta cerca de la represa de Fabricato. Entre las principales características de este tipo de zona de vida es tener una precipitación promedia anual entre 1000 y 2000 mm, la temperatura media anual esta entre 12 y 18 °C y la franja latitudinal oscila entre 2000 y 3000 msnm.

11.2.3 Aspectos hidrológicos

La Corporación Semiesfera (2016), anota que, respecto a las fuentes de agua, Bello en su pasado cercano, tenía en su paisaje excelentes fuentes de agua que, con el proceso de urbanización y degradación ecológica, se fueron extinguiendo o inutilizando para el consumo y la recreación humana.

La principal corriente y siendo su línea base es el **Río Medellín o Rio Aburra**, no siendo apto ni para el consumo ni la recreación, pues es depositario de los residuos industriales y domésticos de todo el Valle de Aburrá.

Quebrada El Hato: Nacida en la Serranía de las Baldías, baña de occidente a oriente las laderas occidentales del Municipio, en donde exhibe una blanca e imponente cascada conocida como el "Chorrolato" o "Chorro del Hato", y que puede apreciarse desde el

sector urbano. Se conserva limpia hasta llegar al sector de las areneras (que la inhabilitan por sedimentación), más los desechos domésticos del casco urbano y los desechos industriales de Fabricato y Postobón.

11.2.3.1 Quebrada La García

La microcuenca de la quebrada La García se encuentra localizada dentro de la Cordillera central, sobre el costado occidental de la cuenca del Rio Aburrá, hacia la zona central del Municipio de Bello. La variación altitudinal de la microcuenca se encuentra entre los 3150 msnm, al occidente en el sector del cerro de las Baldías y los 1414 msnm en la desembocadura den el rio Aburrá.

Nacida en la Serranía de las Baldías, atraviesa a todo el Municipio de norte a sur hasta llegar al río Medellín. Su cuenca en la parte alta ha sido represada para el aprovechamiento hidroeléctrico de Fabricato y Pantex. Es la microcuenca más importante del municipio por su largo recorrido por el casco urbano, a cuyas orillas se han asentado numerosos barrios, originándole altos índices de contaminación.

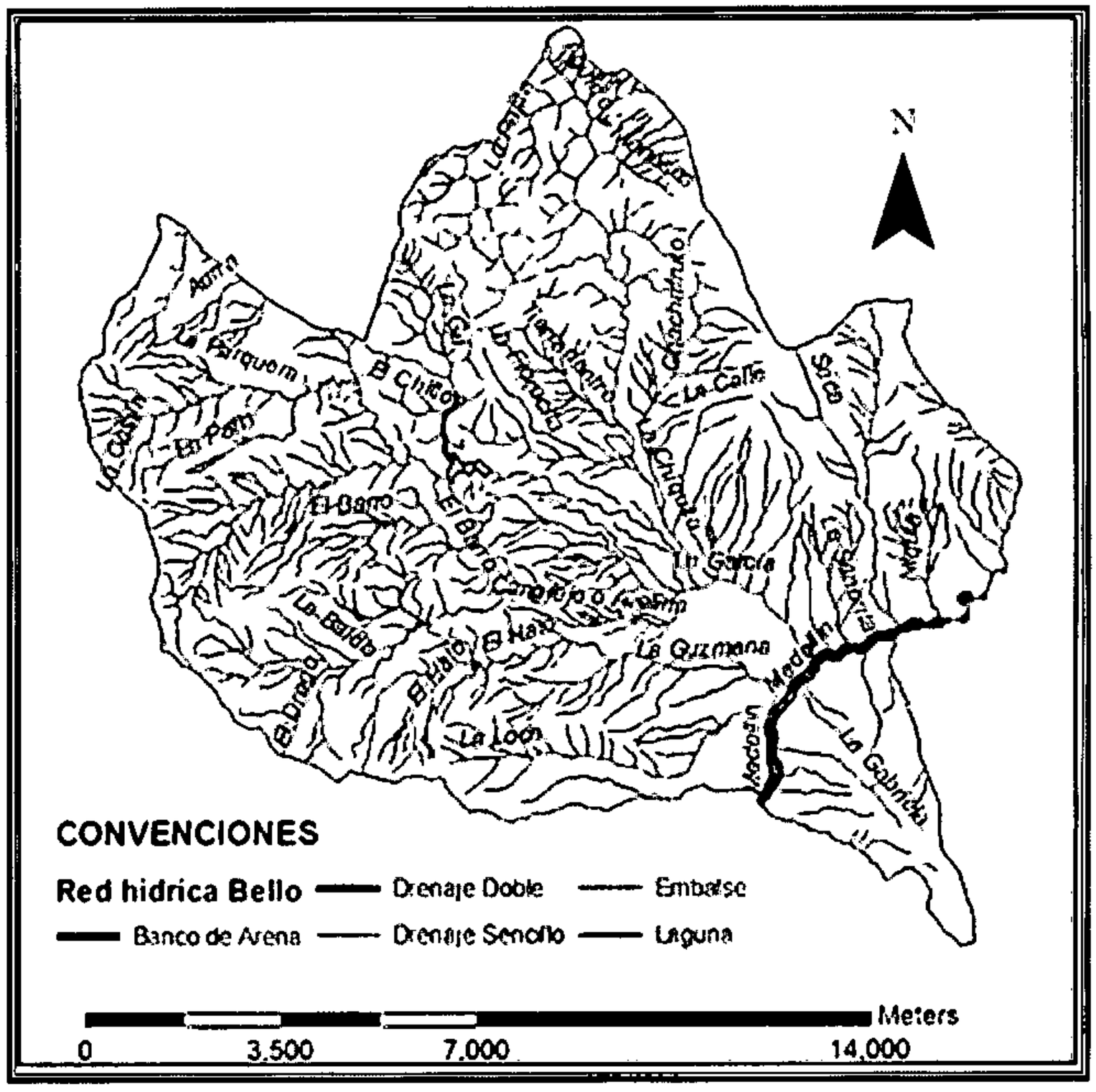
La microcuenca limita al sur con la microcuenca de la quebrada El Hato y con el río Aburrá, y al oriente con las microcuencas de las quebradas de la Señorita y La Seca, todas subcuencas del río Aburrá; al norte y al occidente limita con el municipio de San Pedro.

Tiene una extensión relativamente grande en comparación con las demás quebradas del valle de Aburrá, de aproximadamente 8374 hectáreas (83.74 km2) de las cuales solo el 3.4% se encuentra en uso urbano y el 96.6% en uso rural y de expansión, siendo la microcuenca con el mayor porcentaje de área rural de la zona noroccidental del valle. La longitud del perímetro de la microcuenca es de 49.367 m.

Ocupa 2093.89 ha, que corresponde al 14.71% del municipio de Bello, tanto de su área urbana como rural. En dicho territorio se conjugan ecosistemas naturales de importancia estratégica para la conservación, las actividades agropecuarias tradicionales de ganadería y cultivos, los asentamientos industriales y procesos de conurbación del municipio.

La quebrada La García es la cuenca más grande e importante del Municipio de Bello. Está constituida por numerosos afluentes entre ellos La Chachafruto, La Chiquita, Tierra Adentro, La Florecita, Chagualones, Merizalde, Pacheli, La Gallinaza, La Gil, La Cortadera, La Porquera, El Barro o Echavarría y La Avelina

Parte de la quebrada la García discurre por el área perteneciente al título minero.



CONVENCIONES

Red hidrica Bello — Drenaje Doble — Embalse

— Banco de Arena — Drenaje Sencillo — Laguna

Ilustración 22 red hídrica municipio de Bello

11.2.4 Componentes atmosféricos

La estación meteorológica del municipio de Bello está ubicada en las instalaciones de la Universidad San Buenaventura – Sede Bello. En esta estación se monitorea de manera continua velocidad y dirección del viento, temperatura, humedad relativa, radiación solar y presión atmosférica.

En la tabla se muestran los porcentajes de datos válidos para las variables monitoreadas en esta estación en el período enero - junio. 2016.

Tabla 21 variables monitoreadas

Vel, Viento	Temperatura	R. Solar	H Relativa	Pres. Atmosférica
95.5	98.8	98.8	98.8	98.8

11.2.5.1 Vientos - Rosas de vientos

El ciclo diurno de la velocidad del viento durante el mes de junio y durante el período enero - junio de 2016 en la estación BEL-USBV se muestra en la figura a, los valores máximos del ciclo diurno de viento en esta estación se presentaron entre las 13:00 y las 18:00.

Por otra parte, en términos generales, las velocidades promedio horarias de los vientos en esta estación se comportaron como vientos de ventolina y brisas ligeras.

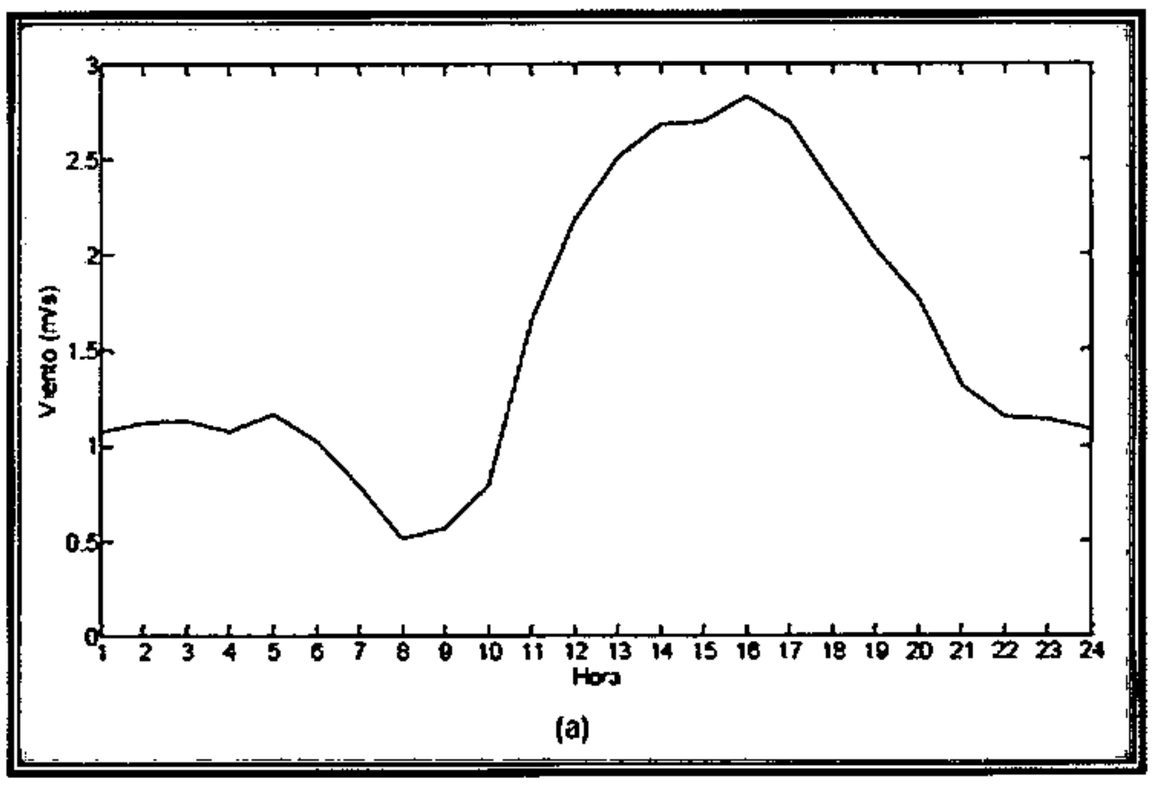


Ilustración 23 Rosa de los vientos

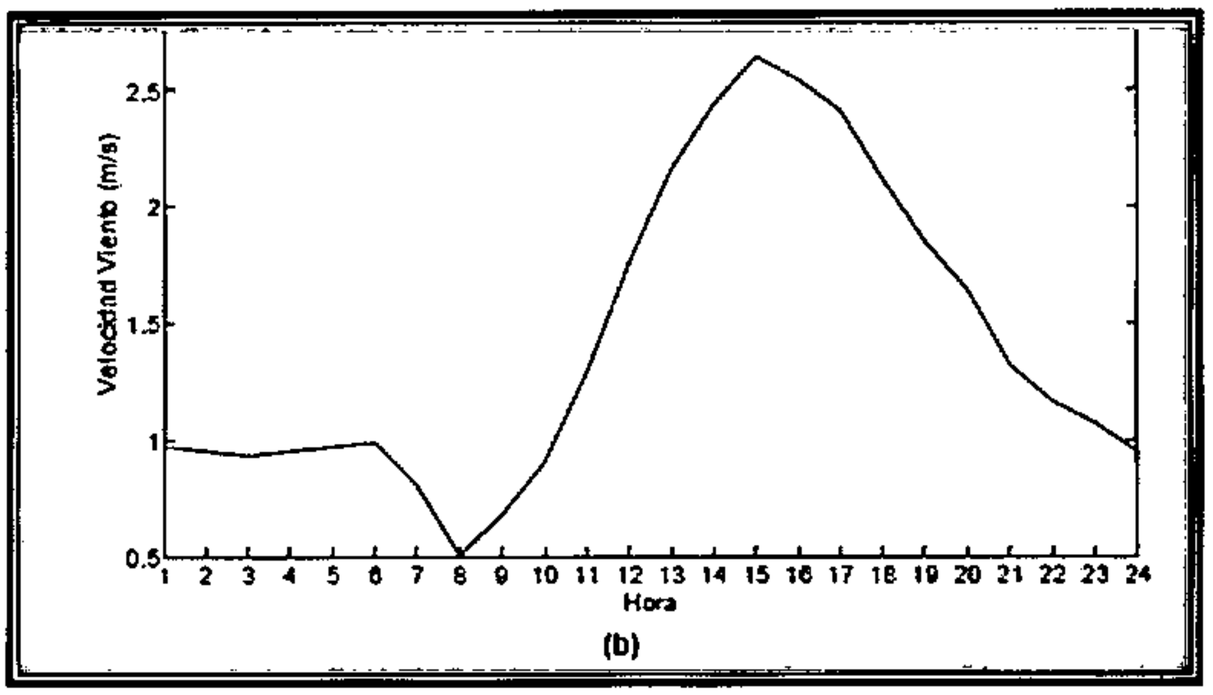


Ilustración 24 Ciclo diurno de la velocidad del viento en la estación BEL-USBV: (a) Mes de junio. (b) Período enero –junio de 2016.

El comportamiento horario descrito anteriormente, corresponde a condiciones de velocidad en un día promedio del período enero - junio, esto es, dichos promedios tienen sentido estadísticamente, mas no implica que todos los días tuvieron el mismo comportamiento.

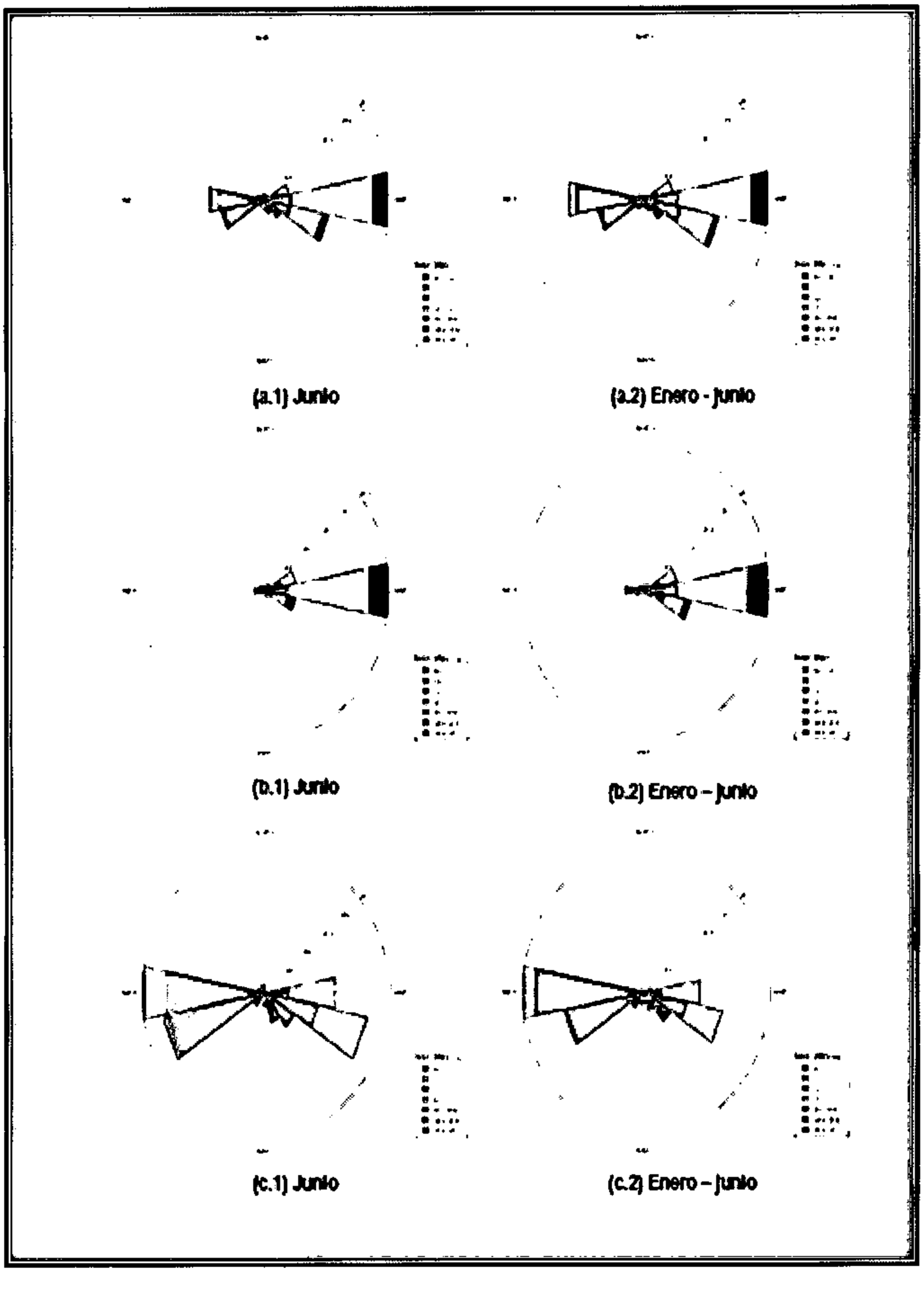
En la Tabla 22, se presentan las velocidades promedias de los vientos diurnos y nocturnos, las direcciones dominantes asociadas y las velocidades máximas para cada mes del período enero - junio. La velocidad máxima registrada en esta estación durante el período enero - junio, igual a 4,4 m/s se registró el 2 de enero a las 14:00 con flujo del este-sureste (ESE), el 10 de marzo a las 14:00 con flujo del este (E) y el 24 de junio a las 13:00. Esta velocidad máxima corresponde a brisas suaves. De acuerdo a la escala de vientos de Beaufort

Tabla 22 Velocidades máximas y velocidades promedio diurnas y nocturnas en la estación BEL-USBV en el semestre enero– junio de 2016.

Mes	Predominancia				Velocidad máxima			
	Vel. Media (m/s)		Dir. Predominante		(m/s)	Dir	Día-Hora	
	Vientos diurnos	Vientos nocturnos	Vientos diurnos	Vientos nocturnos				
Ene	1.9	1.2	E	W	4.4	ESE	02	14:00
Feb	NP	N.P	NP	N.P	4.0	E	17	16:00
Mar	1.8	1.1	E	WSW	4.4	E	10	14:00
Abr	1.4	1.1	E	W	3.8	E	12	14:00
May	1.6	1.2	E	W	4.0	ESE	14	18:00
Jun	1.6	1.2	E	W	4.4	NP	24	13:00

Las rosas totales, diurnas, nocturnas y de contaminación de la estación BEL-USBV para el mes de junio, en la columna izquierda, y para el período enero – junio, en la columna de la derecha. Las rosas de viento totales y diurnas, tuvieron como dirección dominante el este (E) y asociados vientos correspondientes a vientos de ventolina, brisas ligeras y brisas suaves principalmente. Los vientos nocturnos tuvieron como dirección dominante el oeste (W) y el oeste-suroeste (WSW).

Las rosas de contaminación, PM10, O3 y NO2, tuvieron como direcciones dominante el este (E). Las rosas de PM10 tuvieron asociadas a sus direcciones dominantes concentraciones horarias de hasta 100,0 µg/m3 principalmente y concentraciones superiores a 100,0 µg/m3 con menor probabilidad de ocurrencia; las rosas de NO2 tuvieron asociadas a sus direcciones dominantes concentraciones horarias de hasta 40,0 µg/m3 principalmente. En el caso de la rosa de ozono, la dirección dominante tuvo asociadas concentraciones horarias entre 20,0 µg/m3 y 80,0 µg/m3 principalmente; se destaca la presencia de concentraciones horarias superiores a los 100,0 µg/m3 pero con baja probabilidad de ocurrencia.



(a.1) Junio

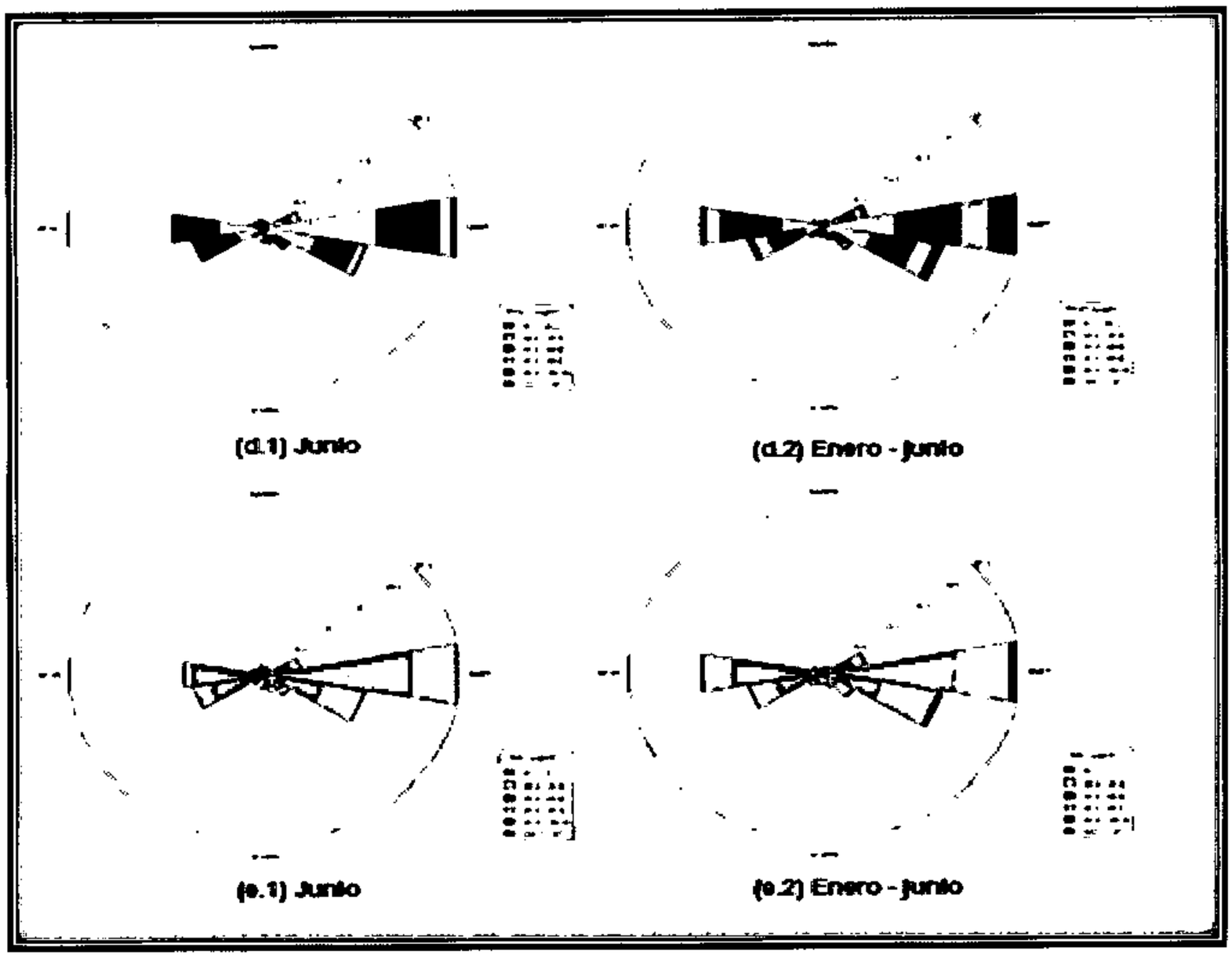
(a.2) Enero - Junio

(b.1) Junio

(b.2) Enero – Junio

(c.1) Junio

(c.2) Enero – Junio



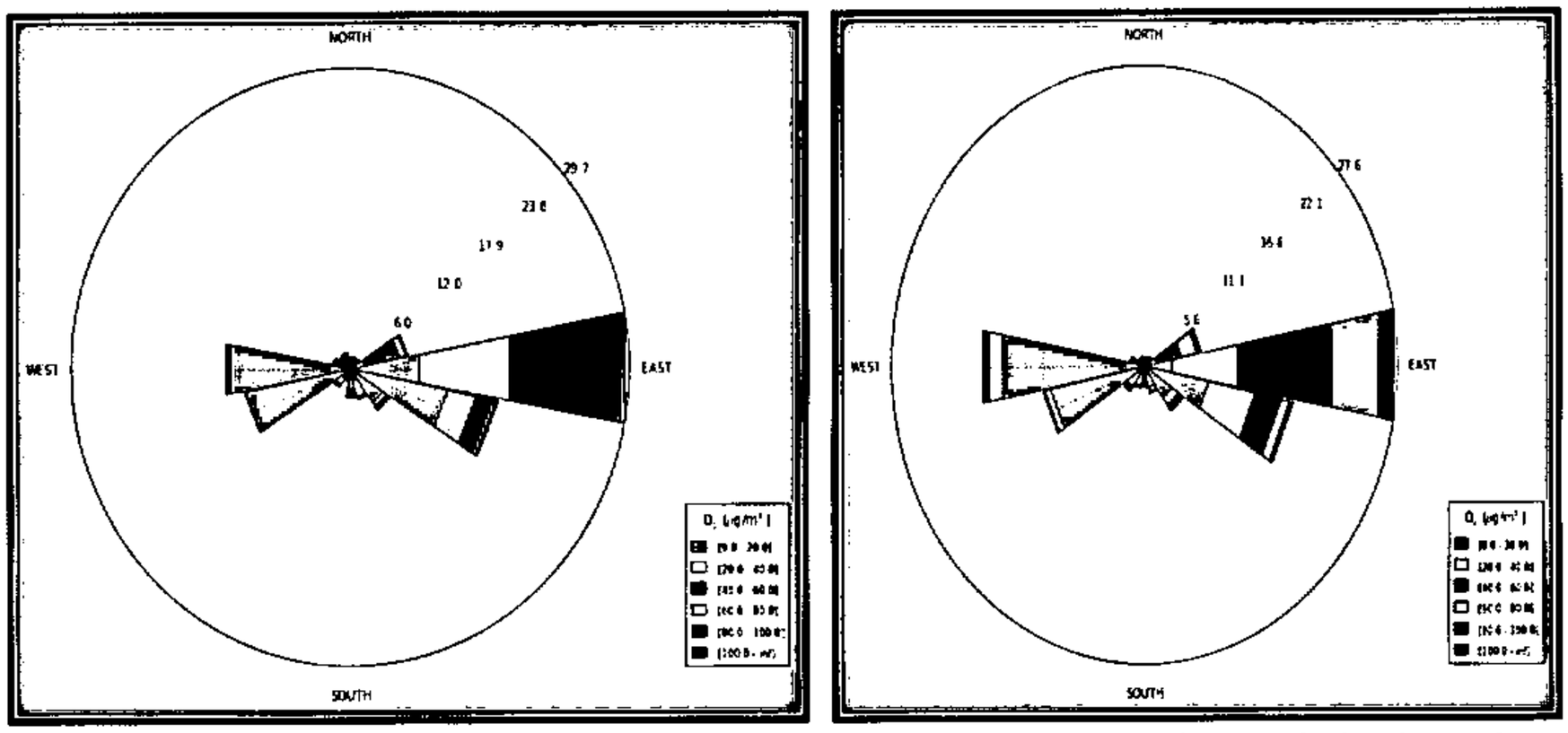


Ilustración 25 Rosas de viento de la estación BEL-USBV para el mes de junio y el período enero - junio del 2016: (a) Rosa de viento total, (b) Rosa de viento diurna, (c) Rosa de viento nocturna, (d) Rosa de contaminación PM10, (e) Rosa de contaminación NO2, (f) Rosa de contaminación O3.

11.2.5.2 Temperatura superficial

En la Tabla 23 se presentan las temperaturas mínimas y máximas, tanto horarias como diarias, y las fechas de ocurrencia de estas, así como la temperatura promedio para cada mes del período enero - junio en la estación BEL-USBV. La temperatura máxima horaria registrada durante el período enero - junio, igual a 30,7 °C, se obtuvo el 09 de marzo a

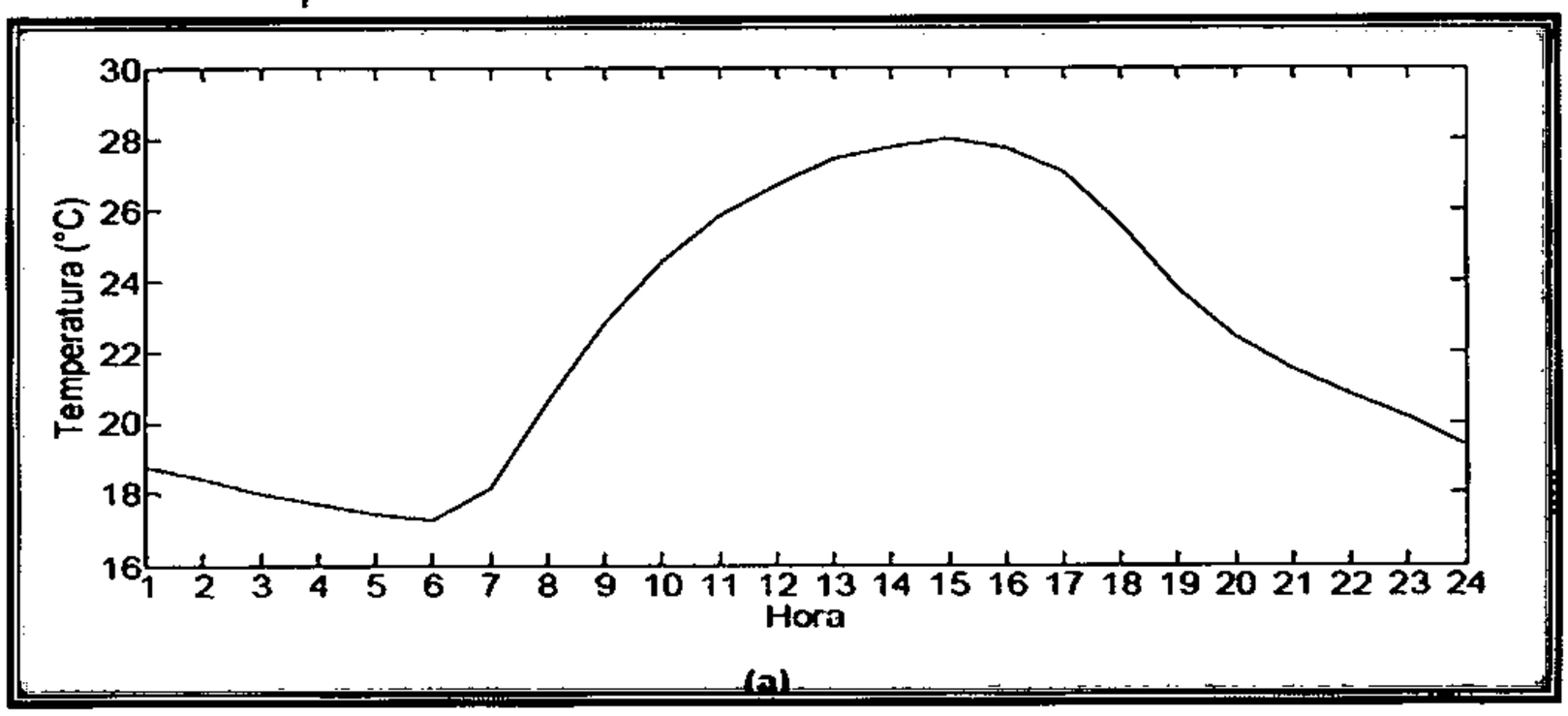
las 15:00, y la temperatura mínima horaria, igual a 13,9 °C, se registró el 04 de enero a las 07:00.

Tabla 23 La temperatura promedio para el período enero – junio en la estación BEL-USBV fue igual a 21,6 °C.

Mes	Temperatura máxima horaria			Temperatura mínima horaria			Temp. Máx Diaria		Tem. Min Diaria		Temperatura promedio (*C)
	(*C)	Fecha		(*C)	Fecha						
		Día	Hora		Día	Hora	(*C)	Día	(*C)	Día	
Ene	29.2	06	15:00	13.9	04	07:00	23.0	11	19.2	*28*	21.2
Feb	28.7	16	16:00	15.0	07	06:00	22.9	17	19.0	07	NP
Mar	30.7	09	15:00	14.5	25	05:00	24.5	10	17.9	19	21.5
Abr	30.6	27	15:00	15.5	22	06:00	24.2	27	18.6	03	21.3
May	30.6	07	15:00	15.0	24	06:00	24.1	12	19.8	28	22.0
Jun	30.0	25	15:00	14.5	12	06:00	23.6	27	19.8	09	22.4

La Ilustración 26 muestra el ciclo diurno de la temperatura para el mes de junio y para el período enero - junio. En esta se observa que, en general, la temperatura desciende desde las 01:00 hasta las 06:00, hora a partir de la cual la temperatura aumenta hasta alcanzar los valores máximos entre las 12:00 y las 17:00. A partir de las 17:00, la temperatura disminuye hasta alcanzar valores similares a los del inicio del día.

El comportamiento horario descrito anteriormente, corresponde a condiciones de temperatura en un día promedio del mes de junio y del período enero – junio, esto es, dichos promedios tienen sentido estadísticamente, mas no implica que todos los días tuvieron el mismo comportamiento.



(a)

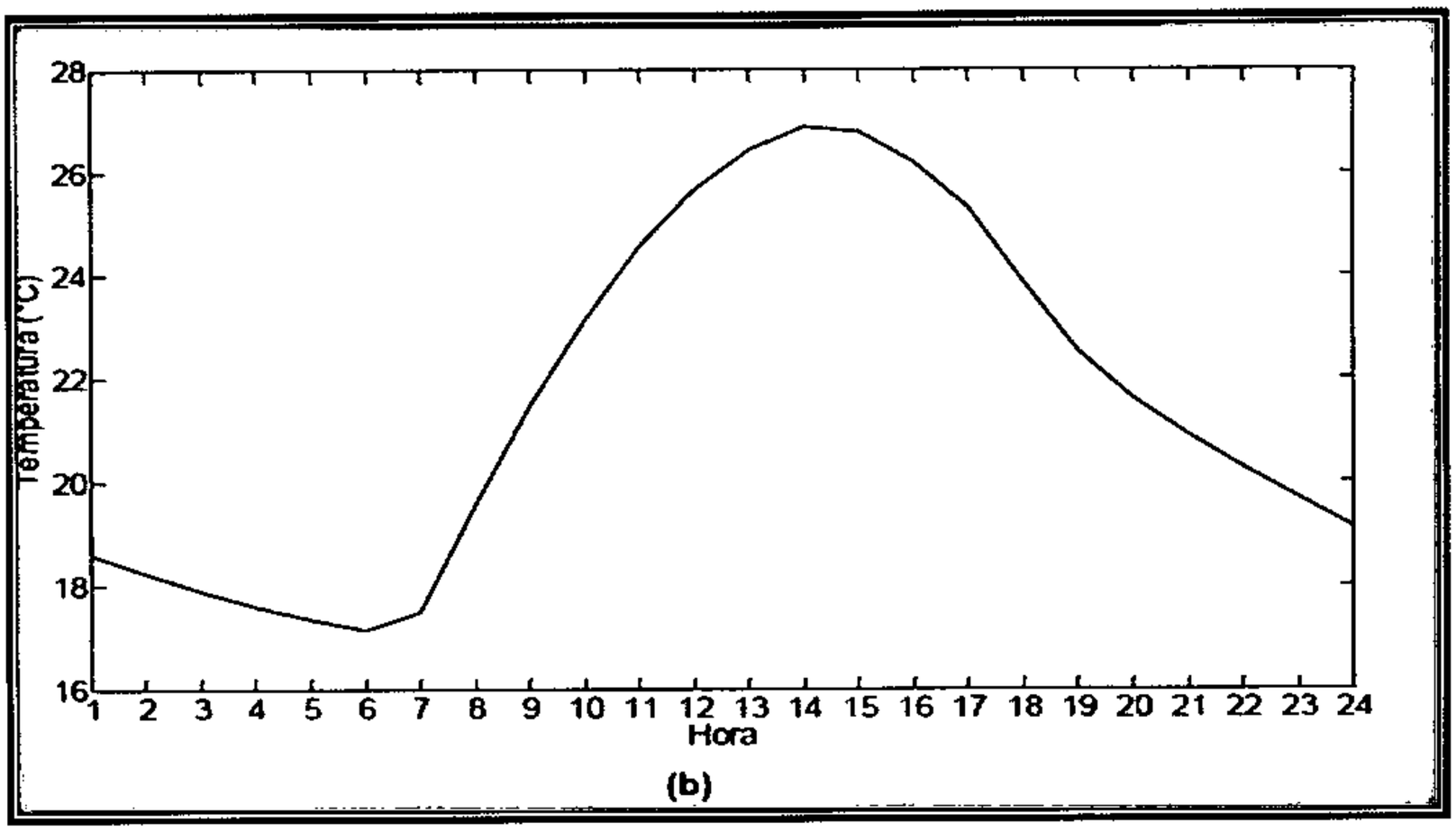
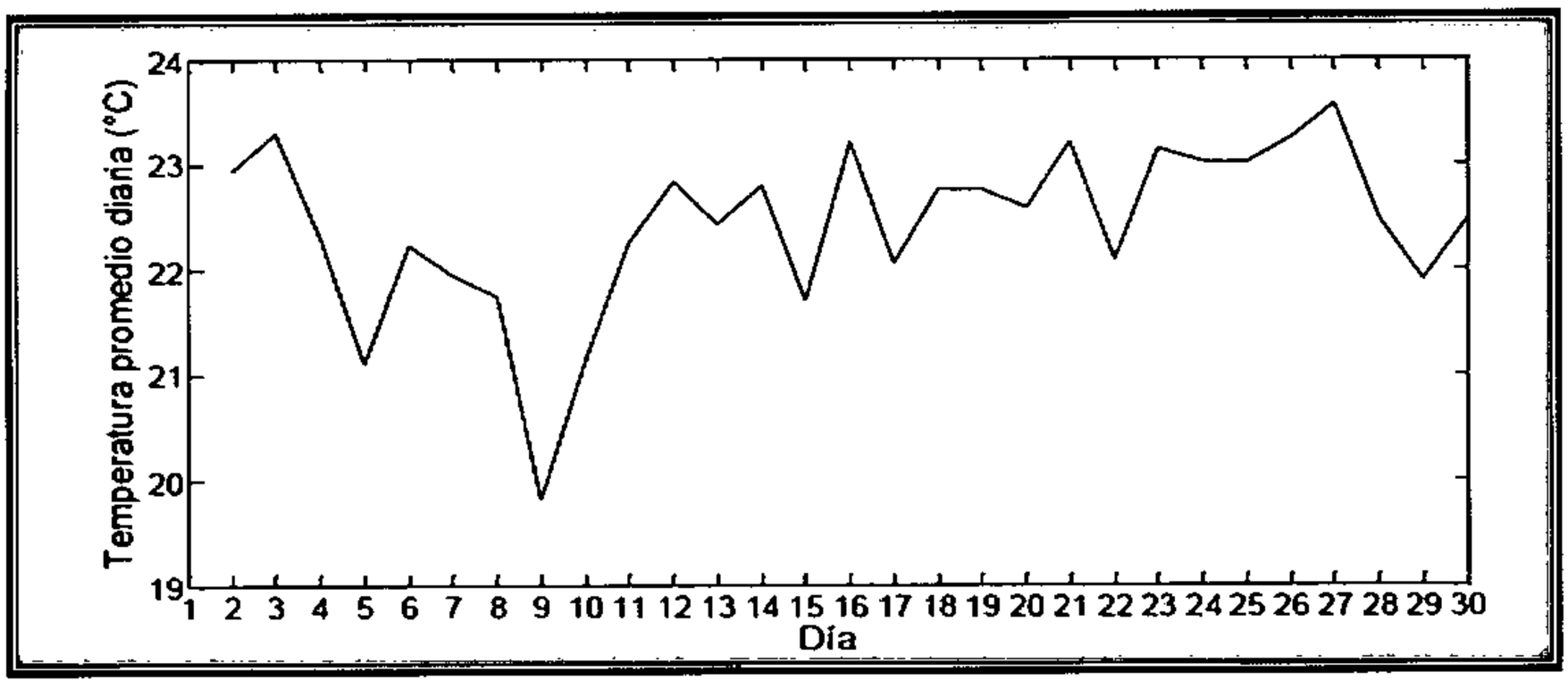


Ilustración 26 Ciclo diurno de la temperatura en la estación BEL-USBV: (a) Mes de junio. (b) semestre enero– junio de 2016.

La variación de la temperatura promedio diaria para el mes de junio y temperatura promedio mensual para el semestre enero – junio.

La temperatura máxima diaria durante el mes de junio, igual a 23,6 °C, se obtuvo el 27 de junio, mientras que el 09 de junio se registró la mínima temperatura diaria, igual a 19,8 °C.

Al considerar los resultados para el período enero – junio, la menor temperatura promedio mensual en esta estación, fue de 21,2 °C en el mes de enero, y la mayor de 22,4 °C obtenida en el mes de en junio.



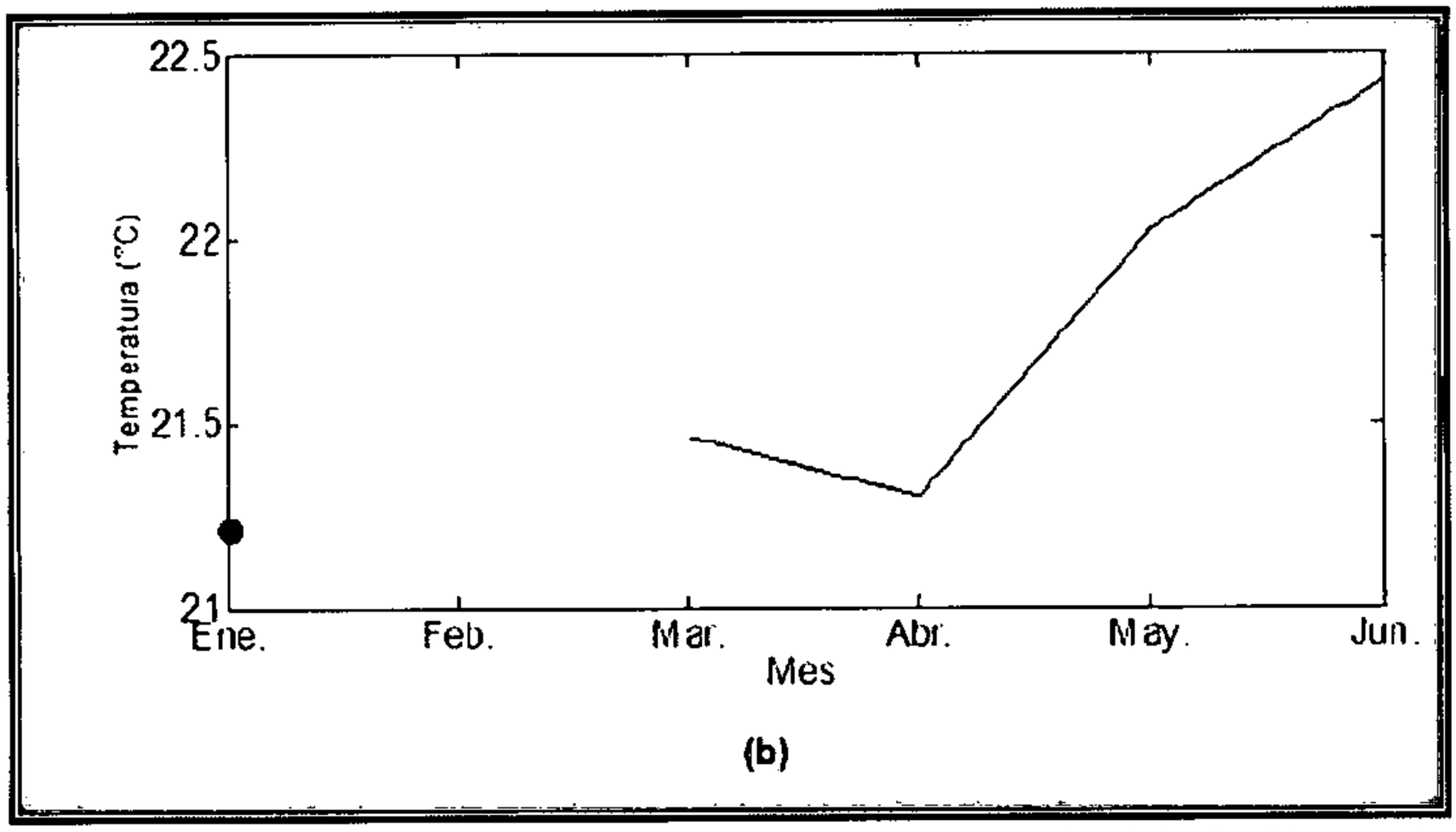
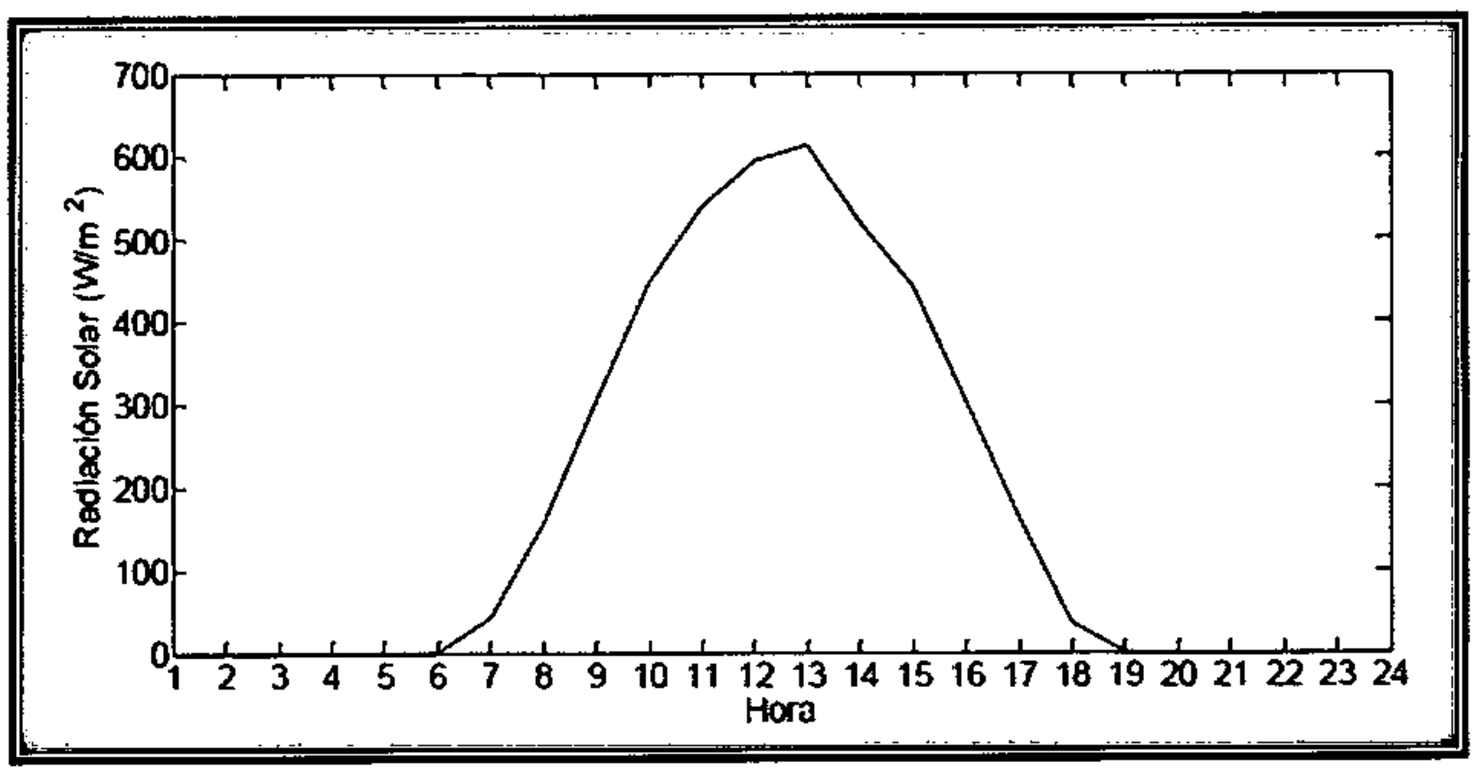


Ilustración 27 Temperatura promedio diaria en la estación BEL-USBV: (a) Mes de junio. (b) semestre enero–junio de 2016.

11.2.5.3 Radiación solar

La Ilustración 27 muestra el ciclo diurno de la radiación solar para el mes de junio y durante el período enero – junio en la estación BEL-USBV. En general, los valores máximos de radiación solar promedio horaria se presentaron entre las 11:00 y las 14:00.



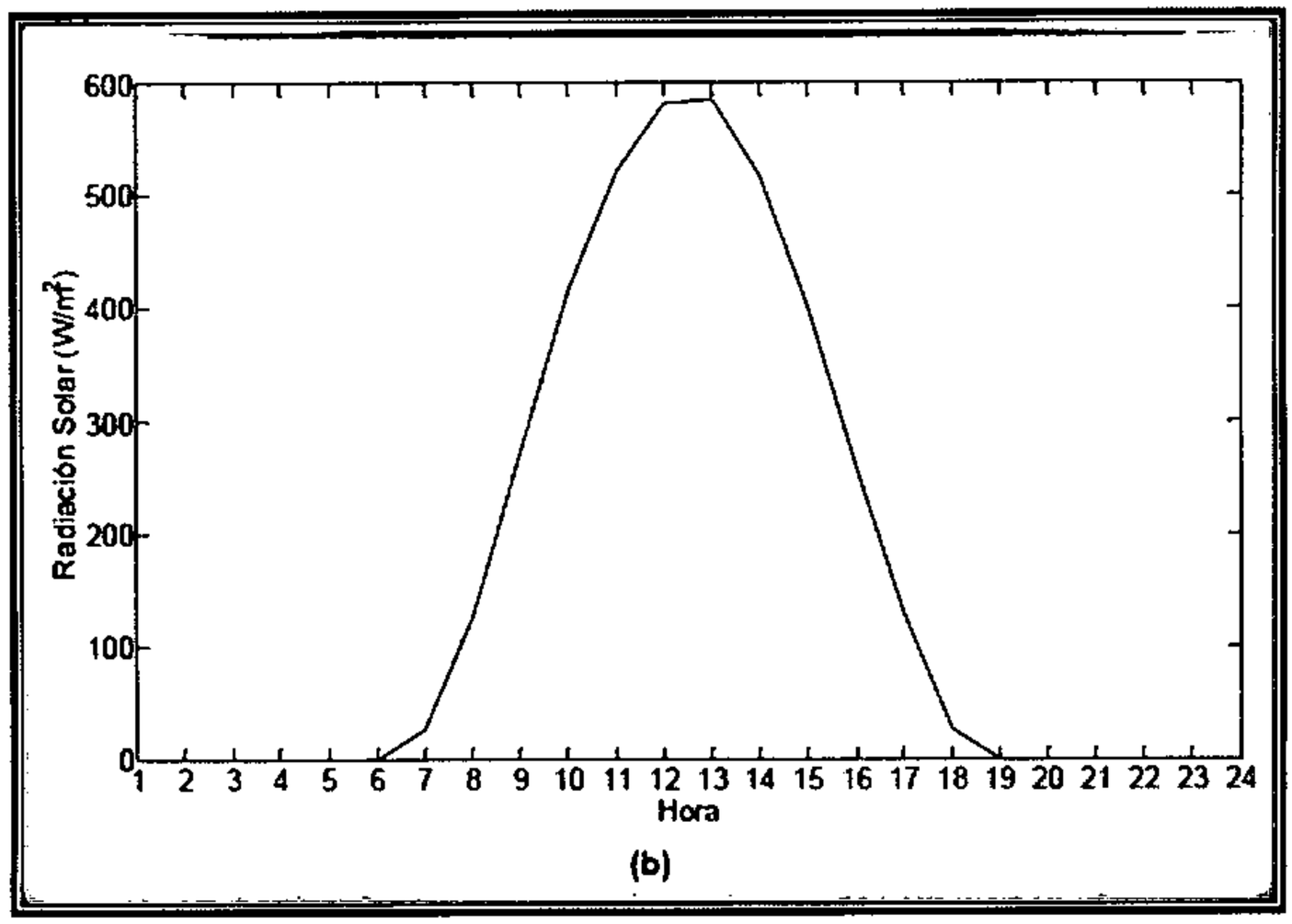


Ilustración 28. *Ciclo diurno de la radiación solar en la estación* BEL-USBV: *(a)* Mes de junio *(b) Período* enero - junio de 2016.

En la tabla 24 se presenta la radiación solar promedio durante el período de insolación para cada mes del período enero – junio además de la radiación solar máxima y la fecha de ocurrencia.

El valor máximo de radiación solar en el semestre, igual a 903,5 W/m2 se registró el 23 de marzo a las 13:00.

abla 24 Radiación solar promedio mensual en las horas de insolación y máximos horarios en la estación BEL-USBV en el período enero - junio de 2016.

Mes	Radiación promedio mensual	Radiación máxima horaria		
		(W/m2)	Fecha	
			Día	Hora
Ene	312.6	789.1	21	12:00
Feb	NP	787.8	10	14:00
Mar	326.4	903.5	23	13:00
Abr	309.2	883.5	14	12:00
May	327.2	824.8	05	12:00
Jun	328.8	8025	13	13:00

La variación de la radiación promedio mensual durante las horas de insolación en la estación BEL-USBV para el mes de junio se presenta en la figura 7.2.6. Según los resultados presentados el 09 de junio fue el día con menor radiación solar promedio, igual a 223,4 W/m2, mientras que el 12 de junio fue el día con mayor radiación solar promedio, igual a 456,3 W/m2.

Al considerar los resultados para el período enero – junio, la radiación solar promedio mensual máxima fue igual a 328,8 W/m2, obtenida en el mes de junio, mientras que en el mes de enero se obtuvo la radiación solar promedio mensual mínima igual a 312,6 W/m2.

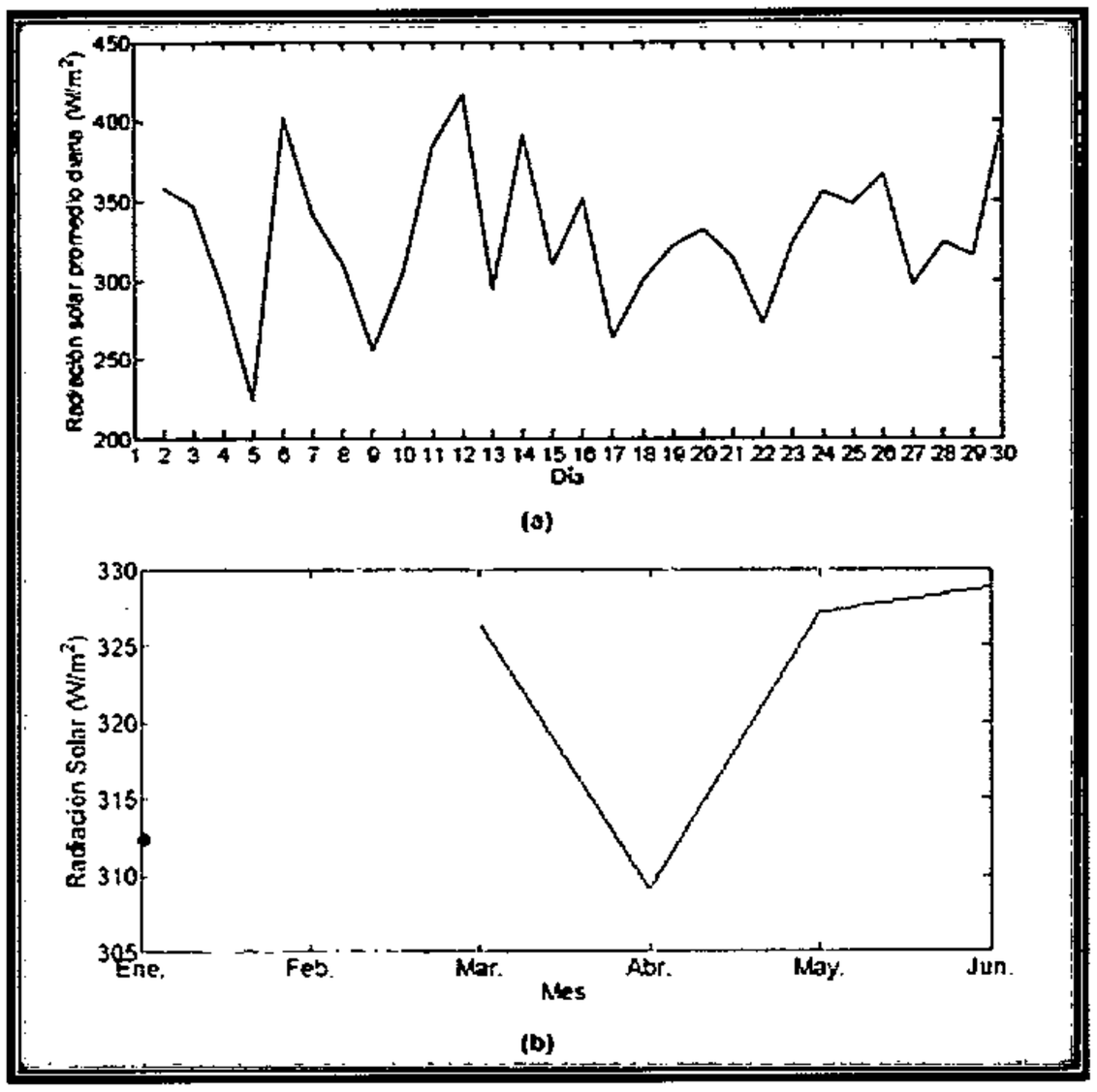


Ilustración 29 Radiación solar promedio mensual en las horas de insolación en la estación BEL-USBV: (a) Mes de junio (b) Período enero - junio de 2016.

11.2.5.4 Humedad relativa

Los ciclos diurnos de la humedad relativa en la estación BEL-USBV durante el mes de junio y para el período enero – junio, se presentan en la figura siguiente De acuerdo a los resultados mostrados en esta figura, los valores de humedad relativa promedio horaria mínima se presentaron entre las 12:00 y las 17:00, mientras que los valores máximos se presentaron en las primeras horas de la mañana.

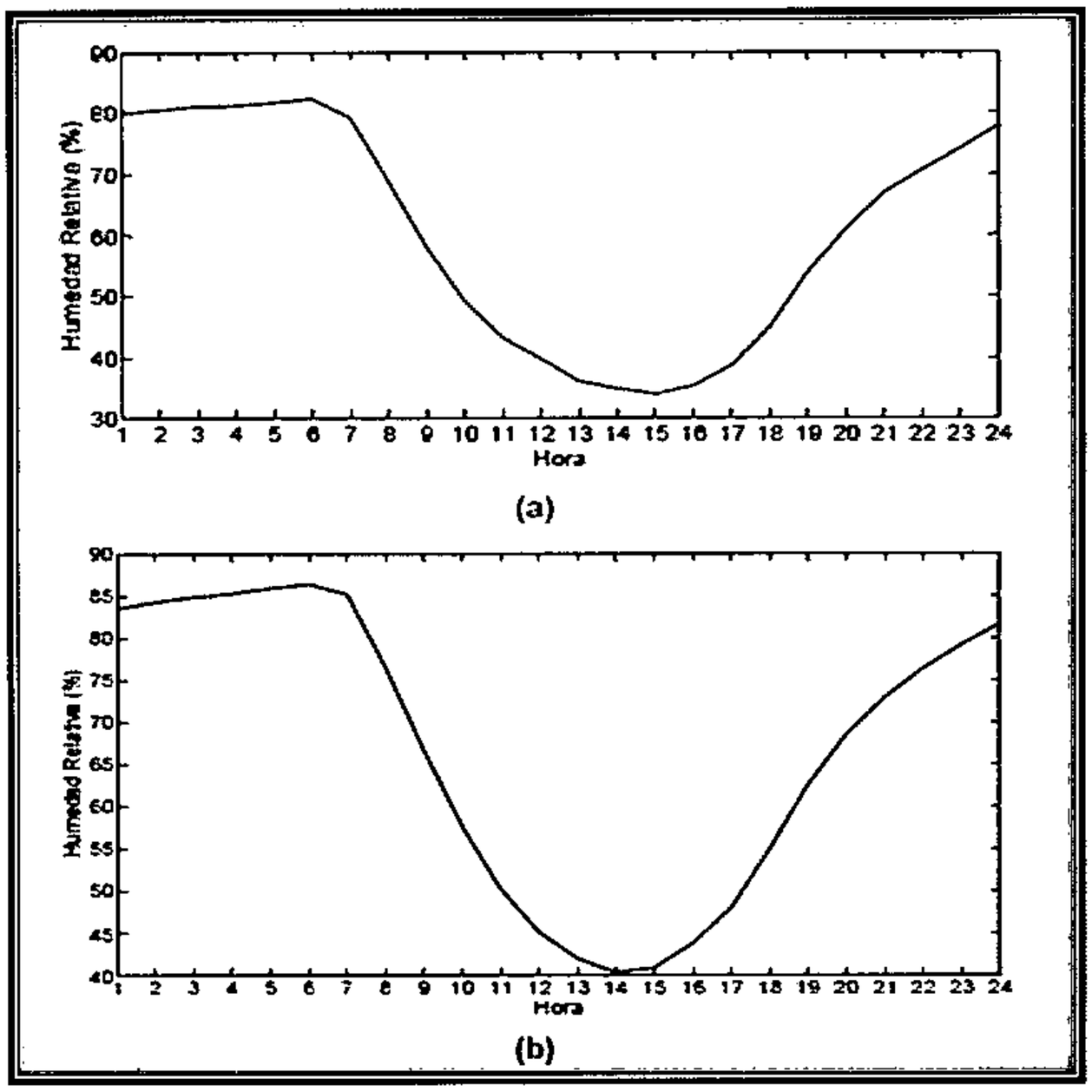


Ilustración 30 Ciclo diurno de la humedad relativa en la estación BEL-USBV. (a) Mes de junio. (b) Período enero – junio de 2016.

En la tabla 25 se presentan las humedades relativas mínimas y máximas horarias y las fechas de ocurrencia de éstas, así como las humedades relativas máximas y mínimas diarias, además de la humedad relativa promedio para cada mes del período enero – junio de 2016.

La humedad relativa máxima horaria registrada durante el período enero - junio, igual a 93,1 %, se obtuvo el 23 de enero a las 02:00, mientras que la humedad relativa mínima horaria, igual a 12,9 %, se obtuvo el 06 de enero a las 15:00.

La humedad relativa máxima horaria registrada en el mes junio, igual a 92,2 %, se obtuvo el 10 a las 06:00, mientras que la humedad relativa mínima horaria, igual a 23,6 %, se obtuvo el 30 a las 15:00. La humedad relativa promedio mensual para el mes de junio fue de 60,4 %.

Por otra parte, la humedad relativa máxima diaria, igual a 87,2 %, se obtuvo el 19 de marzo y la humedad relativa mínima diaria, igual a 52,5 %, se obtuvo el 02 de enero.

Tabla 25 Valores horarios máximos, mínimos y promedios de la humedad relativa en la estación BEL-USBV en el período enero - junio de 2016.

es	Máximos horarios	Mínimos Horarios	H. Rel. Máx	H. Rel. Mín	H, Rel

	(%)			(%)			Daria		Daria		Promedio (%)
	valor	Fecha		Valor	Fecha						
		Día	Hora		Día	Hora	(%)	Día	(%)	Día	
Ene	93.1	23	02:00	12.9	06	15:00	78.3	22	52.5	02	65.4
Feb.	92.6	10	04:00	32.6	02	15:00	79.3	09	60.5	04	NP
Mar	93.0	19	05:00	25.9	09	14:00	87.2	19	53.9	09	68.3
Abr	92.8	08	06:00	25.7	27	15:00	83.3	03	58.3	27	69.9
May	92.6	30	06:00	28.1	12	15:00	81.3	28	56.7	07	67.4
Jun	92.2	10	06:00	23.6	30	15:00	76.0	09	45.4	27	60.4

La variación de la humedad relativa promedio diaria para el mes de junio se presenta en la figura siguiente, Según los resultados presentados, para el mes de junio el día 09 fue el día con mayor humedad relativa promedio, igual a 76,0 %, mientras que el 27 fue el día con menor humedad relativa promedio, igual a 45,4%.

Por otra parte, el mes de junio fue el mes con menor humedad relativa promedio, igual 60,4 %, mientras que el mes de abril, con una humedad relativa promedio igual a 69,9 %, fue el mes con mayor humedad relativa promedio.

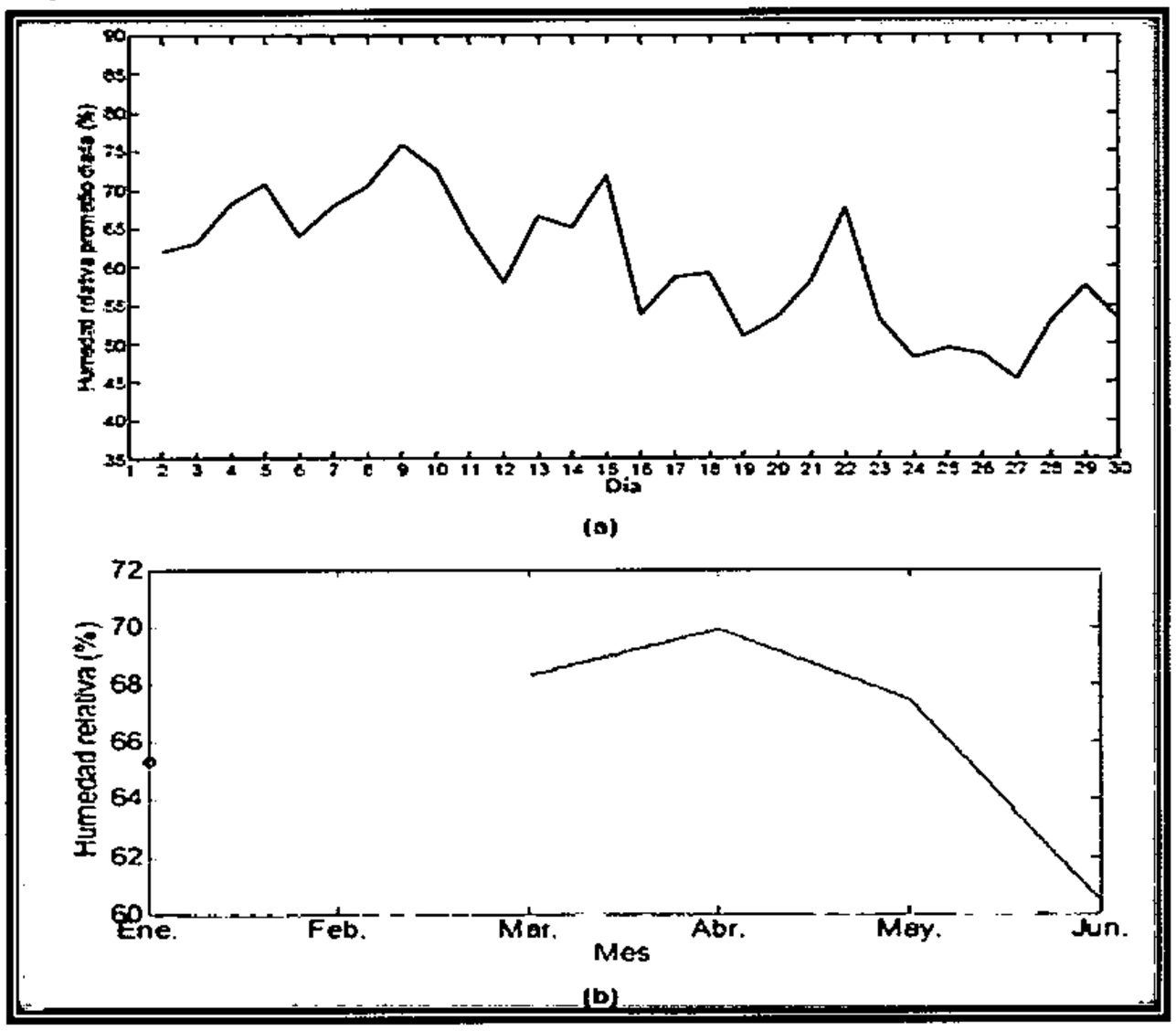


Ilustración 31 Promedio mensual de humedad relativa en la estación BEL-USBV. (a) Mes de junio. (b) Período enero - junio de 2016.

11.2.5.5 Presión atmosférica

En la Ilustración 32 se presenta el ciclo diurno de la presión atmosférica para el período enero - junio de 2015 en la estación BEL-USBV. Los resultados presentados en esta

figura, muestran el comportamiento bimodal del ciclo diurno de la presión atmosférica, dicho ciclo diurno está asociado a la marea atmosférica.
Los valores máximos de la presión atmosférica promedio horaria se presentaron entre las 08:00 y las 11:00 y entre las 22:00 y las 24:00, mientras que los valores mínimos se dan entre las 14:00 y las 18:00.

En la tabla se registran las presiones máximas y mínimas, horarias y diarias, para el mes de junio y el período enero - junio, además del valor promedio mensual.
La presión atmosférica promedio para el período enero - junio en la estación BEL-USBV fue de 851,9 hPa.

Tabla 26 Valores horarios máximos, mínimos y promedios de la presión atmosférica en la estación BEL-USBV en el semestre enero - junio de 2016.

Mes	Máximos horarios			Mínimos Horarios			P. Atmos Máx. diaria		P. Atmos Min. diaria		Pr. Atm Promedio (hPa)
		Fecha			Fecha						
	(hPa)	Día	Hora	(hPa)	Día	Hora	(hPa)	Día	(hPa)	Día	
Ene	855.8	22	23	846.5	7	16	853.3	18	850.3	7	851.8
Feb	855.7	13	10	847.3	4	16	853.3	13	850.5	4	
Mar	856.7	21	10	845.8	8	17	854.6	29	848.5	9	852.1
Abr	856.1	13	9	846.9	27	17	853.2	17	850.1	27	851.7
May	855.6	17	10	847.3	14	16	854.0	22	850.5	14	852.0
Jun	854.6	30	23	847.9	2	16	852.7	30	850.7	16	851.9

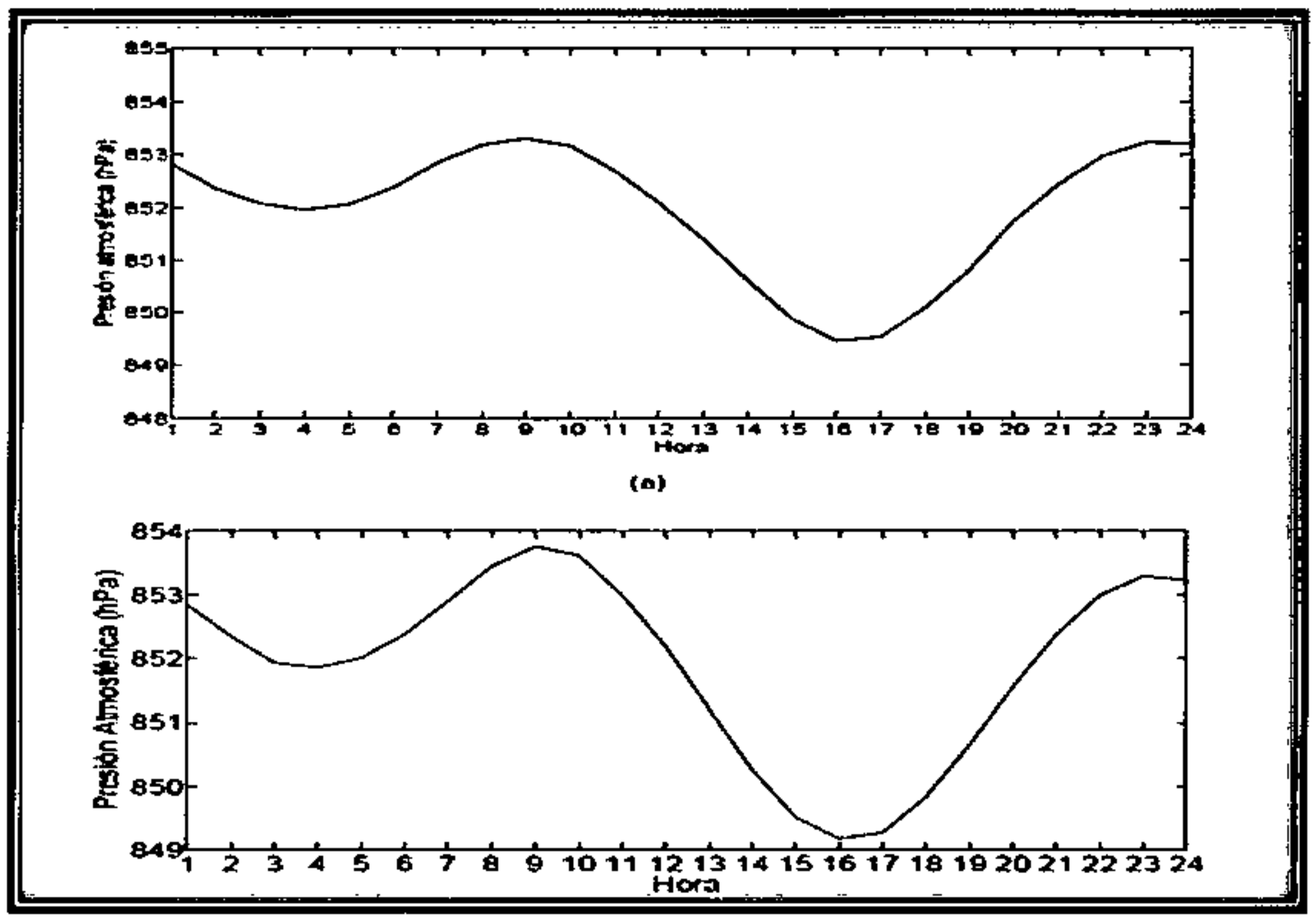


Ilustración 32 Ciclo diurno de la presión atmosférica en la estación BEL-USBV. (a) Mes de junio. (b) semestre enero - junio de 2016.

11.2.6 Aire

Con el fin de conocer las concentraciones de Partículas Menores a 10 micras (PM10) en la empresa Arenera los Builes ubicada en el Municipio de Bello Departamento de Antioquia, se contrató al Laboratorio de Salud Pública de la Universidad de Antioquia realizaron dichas evaluaciones del 11 al 29 de febrero de 2016. El informe contiene la información básica acerca de la metodología con la cual se realizó el estudio, el resultado de las evaluaciones y un análisis de los mismos. Los resultados obtenidos se analizaron según la Resolución 610 de 2010 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

11.2.7.1 Material partículado

- **Sitios de Monitoreo**

La evaluación se realizó en dos sitios simultáneos, seleccionados, es de aclarar que para el montaje de los equipos no se contaba con rosa de vientos del sitio objeto de estudio.

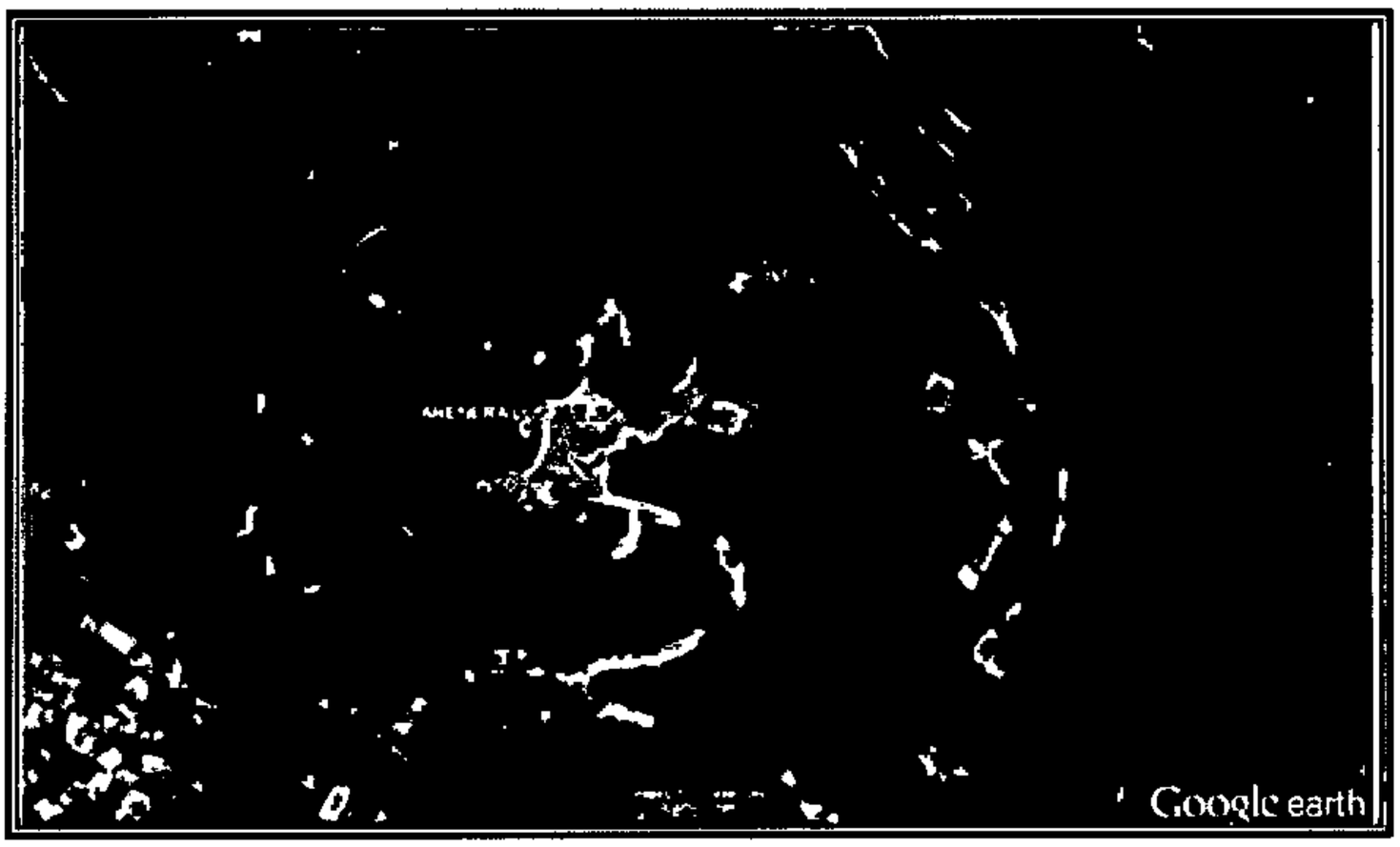


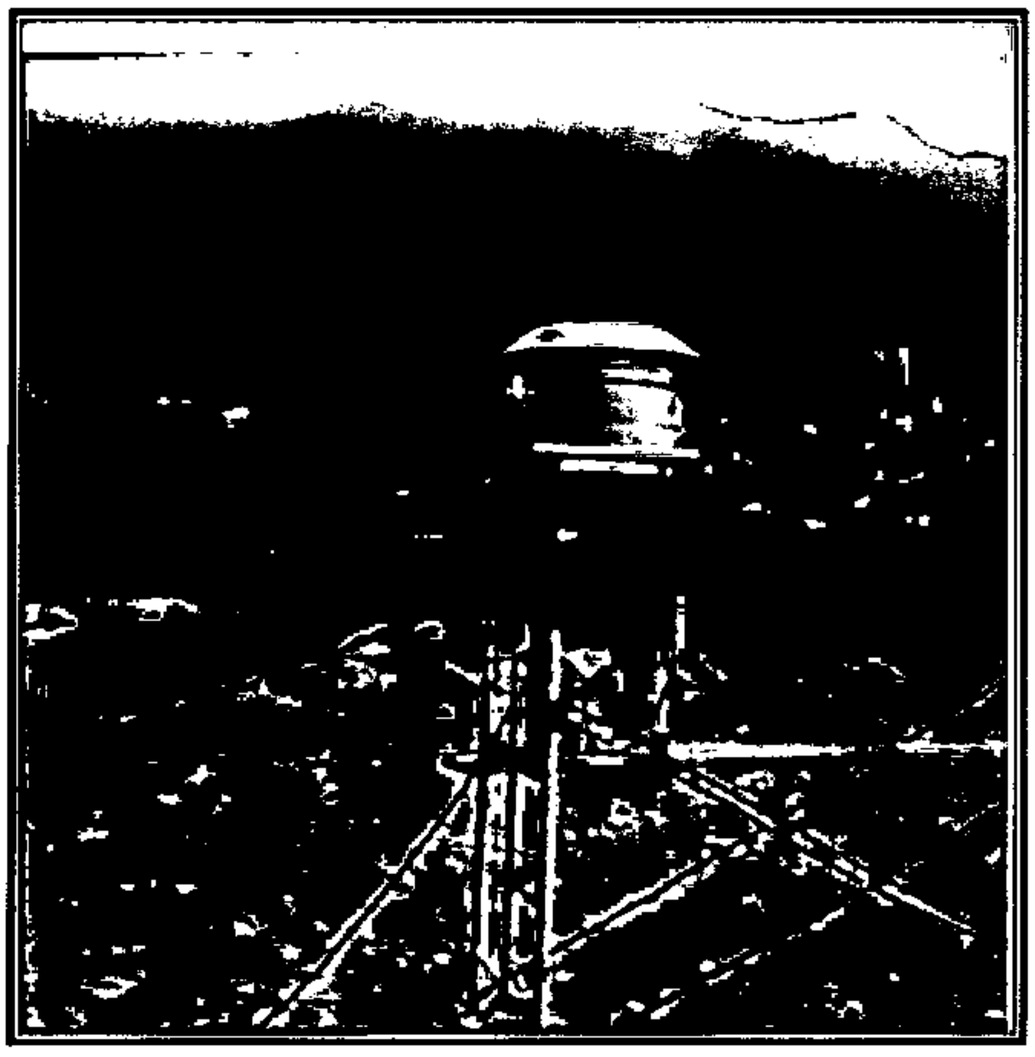
Ilustración 33. Localización de puntos de monitoreo.

A continuación, se ilustran los sitios de monitoreo en los cuales se instalaron los equipos de monitoreo de Partículas Menores a 10 micras.



Fotografía 11 Punto 1 Oficinas

En el punto identificado como oficinas se instala el equipo de monitoreo sobre un cuerpo de andamio para propiciar la altura recomendad por el método US EPA. (N 06°20'55.41" - W 075°34'29.40"). Los focos de contaminación visualizados son los diferentes vehículos que ingresan a la cantera para cargar el material y las vías de acceso que se encuentran destapadas.



Fotografía 12 Punto 2 - Botadero

El sitio de monitoreo determinado como punto número 2 identificado como Botadero, en las coordenadas N 06°20'58.14" - W 075°34'26.82", en éste punto se encuentran focos de contaminación por el movimiento de los vehículos al interior de la cantera, es evidente que la distancia entre la cantera y el equipo de monitoreo, genera un excelente espacio que permite la dispersión del contaminante.

11.2.7.2 MÉTODOS DE MUESTREO

- **Monitoreo de Partículas**

El método que se utilizó es el gravimétrico de la U.S. EPA para análisis de partículas en suspensión en el aire ambiente presentado como método de referencia en la Resolución 610 de 2010. Dicho método permite medir en un período de 24 horas continuas de muestra, la masa de partículas colectadas presentes en un volumen de aire succionado.

Consiste en hacer pasar el aire por un recipiente cerrado a través de un filtro, con un compresor de alta rata de flujo entre 1.1 m3 /min y 1.7 m3 /min para PST y para PM10 un flujo entre 1.02 m3 /min y 1.24 m3 /min. Permitiendo que el total de las partículas se reúnan en la superficie de un filtro; la concentración másica en el aire es calculada midiendo tanto la tasa de partículas recolectadas como el volumen de aire muestreado.

En este método, el filtro se pesa en el laboratorio bajo condiciones de humedad y temperatura controladas, antes y después de su utilización, para determinar la ganancia de peso neto. El volumen total de aire muestreado, corregido a condiciones de referencia, se determina a partir del flujo de aire ambiente medido y del tiempo de muestreo.

La concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente se calcula dividiendo la masa de partículas colectadas en el filtro por el volumen de aire muestreado durante el tiempo de muestreo y se expresa en microgramos por metro cúbico (µg/m3), corregidos a condiciones de referencia.

11.2.7.3 Equipo de Muestreo para Material Particulado menor a 10 micras

El muestreo de PM10 se realiza mediante un equipo denominado Hi-Vol o muestreador de alto volumen (Ver Figura 1).

El equipo consta básicamente de una bomba de succión, un portafiltros, un registrador del flujo (o un dispositivo de medición del flujo en general) y un programador de tiempo de muestreo, el PM10 cuenta además con un impactador de cascada ubicado en la parte superior del equipo para realizar la separación de las partículas menores a 10 micras.

Las concentraciones se calculan por medio de la diferencia de pesos de los filtros antes y después del muestreo y el total del flujo de aire muestreado.

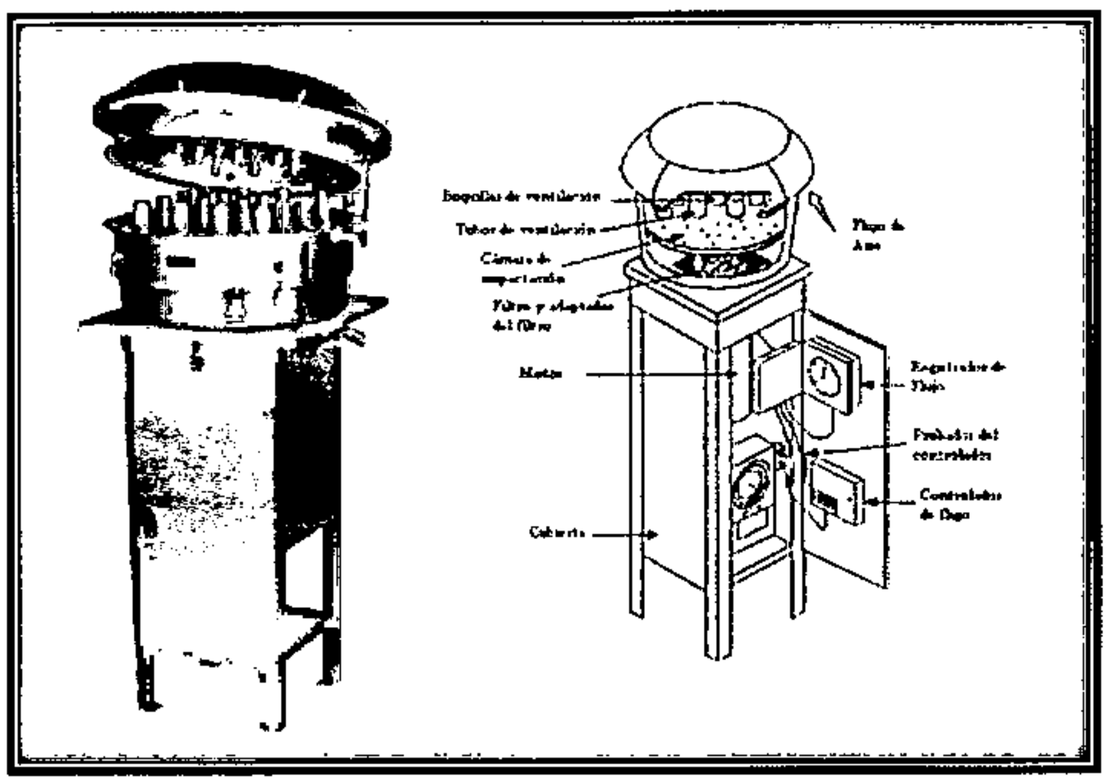
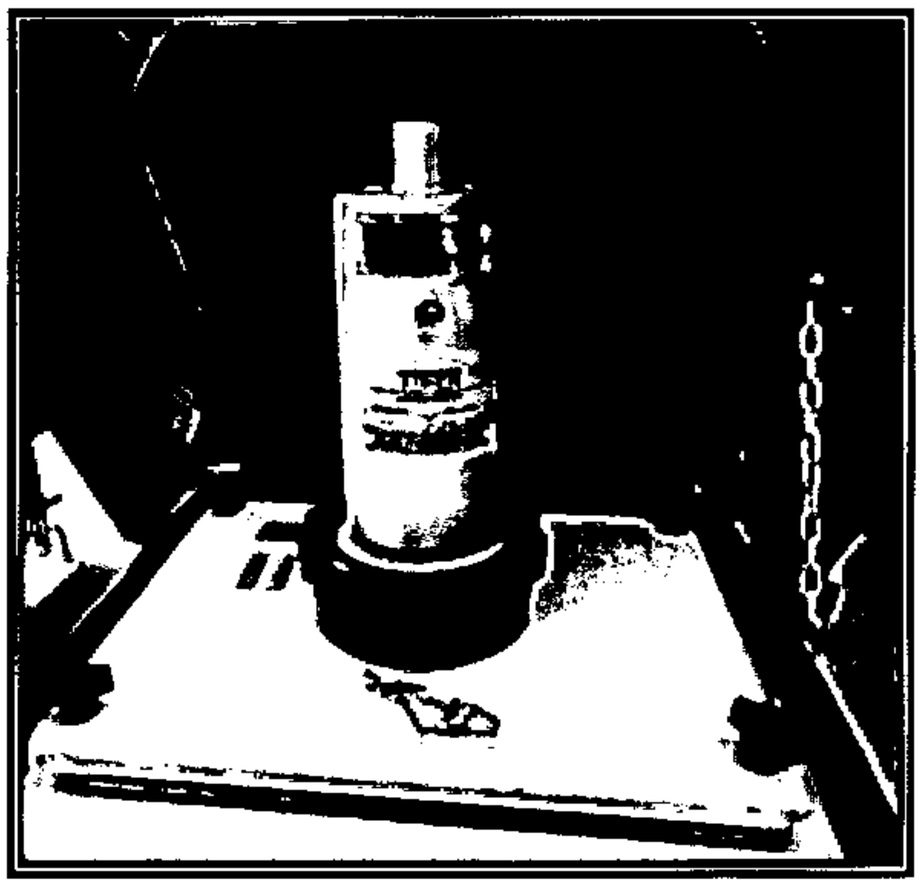


Ilustración 34 Descripción de un muestreador de alto volumen PM10.

11.2.7.4 Calibración del Equipo

El equipo de muestreo se calibró con la ayuda de una unidad especial denominada vari-flow, el cual consiste en un tubo metálico de 3.0 pulgadas de diámetro interior y 6.25 pulgadas de longitud, con una boquilla en la parte superior para medir la presión estática. Para realizar la calibración, se coloca el calibrador en diferentes niveles de resistencia, lo cual permite diferentes flujos de aire y por consiguiente las correspondientes caídas de presión, que se registran en una carta registradora de flujo de acuerdo al tipo de flujo del equipo, ya sea másico o volumétrico.



Fotografía 13 Kit de calibración equipos partículas.

11.2.7.5 Equipos de Flujo Másico

Para realizar la calibración para motor de flujo másico se emplean las siguientes relaciones matemáticas:

- Se estima el caudal a través del orificio.

$$Q_a(orificio) = \left[\left[\Delta H(T_a/P_a)\right]^{0.5} - b\right]/m$$

Dónde: Qa(orificio) = Caudal a través del orificio
m = Pendiente de la curva del calibrador reportada en el certificado de calibración.
b = Intercepto de la curva del calibrador reportada en el certificado de calibración.
ΔH = Lectura del manómetro conectado al kit de calibración, InH2O.
Pa= Presión del lugar de calibración, mmHg.
Ta = Temperatura del lugar de calibración, K.

Con el Qa (Orificio) vs el caudal registrado en la carta registradora de flujo, se realiza una gráfica donde se determina la pendiente e intercepto, a partir de los cuales se determina el caudal de trabajo del equipo.

11.2.7.6 Determinación de la Concentración de Partículas

La relación entre el peso neto de partículas y el volumen de aire succionado durante determinado tiempo, expresa la concentración de Material Particulado en unidades de microgramos por metro cúbico (µg/m3), mediante la siguiente ecuación:

$$C_{PM10} = \frac{((W_2 - W_1) - (B2 - B1)) * 10^6}{V_{std}} = \frac{((W_2 - W_1) - (B_2 - B_1)) * 10^6}{Q_a * F_C * t}]=] \frac{\mu g}{m^3}$$

Dónde:

C = Concentración de Material Particulado, µg/m3

.

PF = Peso final del filtro, g.
Pi = Peso inicial del filtro, g.
BF = Peso final de filtro blanco o testigo, g.
Bi = Peso inicial del filtro blanco o testigo, g.
Qa = Caudal con el cual el equipo está succionando el aire, m3 /min.
t = Tiempo de muestreo, min.

Fc = Factor de ajuste para convertir de condiciones de muestreo a condiciones de referencia.

$$F_C = \frac{T_{ref} * F_C}{P_{ref} * T_a}$$

Dónde:
Tref: Temperatura de referencia (298.15 K).
Pref: Presión de referencia (760 mmHg).
Ta: Temperatura ambiente promedio durante el período de muestreo, K.
Pa: Presión ambiente promedio durante el período de muestreo, mmHg

- Para PM10:

$$Q_a(media) = \left[IC_m * \left(\frac{T_a}{P_a}\right)^{0.5} - b\right] / m$$

Dónde:

Qa(media): Tasa de flujo real promedio del muestreador a condiciones normales, m^3/min.
ICm: Promedio de la lectura inicial y lectura final de la carta del registrador de flujo, CFM.
Ta: Temperatura ambiente promedio durante el período de muestreo, K.
Pa: Presión ambiente promedio durante el período de muestreo, mmHg.
m: Pendiente de la relación de calibración del muestreador.
b: Intercepto de la relación de calibración del muestreador

$$IC_m = {}^{(IC_1 + IC_2)}/_2$$

Dónde:
ICm: Promedio de la lectura inicial y lectura final de la carta del registrador de flujo (CFM).
IC1: Lectura inicial de la carta del registrador de flujo, CFM.
IC2: Lectura final de la carta del registrador de flujo, CFM.

En la Tabla 27 se resumen los cálculos realizados para estimar los diferentes parámetros requeridos para realizar la verificación en el Punto 1, y en la Ilustración 35 se muestra la curva de calibración.

Tabla 27 Datos calibración PM10 ubicado en Punto 1 Oficinas.

DATOS					
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
0.994088	-0.010571	0.999986	638	298.15	38.29

CALIBRACIÓN							
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
18	2.4	34	23.243	1.082	1.087	0.005	SI
13	2.6	36	24.610	1.126	1.125	0.001	SI
10	2.8	38	25.977	1.167	1.162	0.005	SI
7	3.0	40	27.344	1.208	1.200	0.008	SI
5	3.2	43	29.395	1.247	1.256	0.009	SI
[redacted]		[redacted]		36.44079	[redacted]		SI
[redacted]		[redacted]		-16.37217	[redacted]		SI
[redacted]		[redacted]		0.99408	[redacted]		SI

CRITERIOS: 1. Diferencia para todos los puntos ≤ 0.04 m³/min. 2. 4 de los 5 puntos deben estar dentro del rango de trabajo, para PM_{10} [1.02-1.24] m³/min. 3. coeficiente de correlación r ≥ 0.99.

Se cumplen los criterios descritos	**SI**

$$IC_T = IC \cdot \left[\frac{T_a}{P_a}\right]^{0.5} \qquad Q_a(\text{calculado}) = \left[\Delta H(T_a/P_a)\right]^{0.5} - b\Big]/m \qquad Dif = |Q_a(\text{orificio}) - Q_a(\text{curva})|$$

$$Q_a\,(curva) = \frac{IC_T - b_1}{m_1} \qquad SSP = (1.13 \cdot m_1 + b_1) \cdot \left(\frac{P_a}{T_a}\right)^{0.5}$$

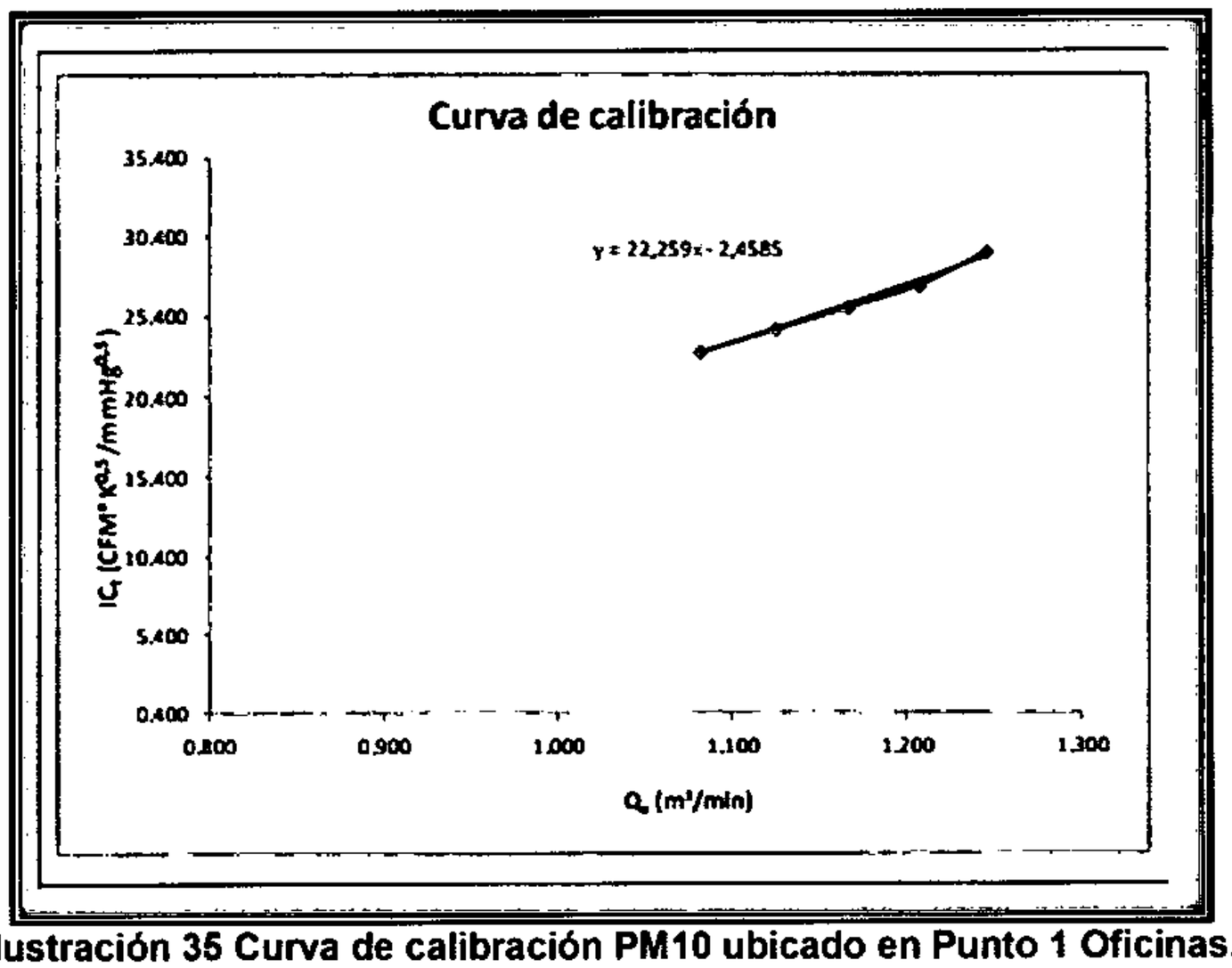


Ilustración 35 Curva de calibración PM10 ubicado en Punto 1 Oficinas.

En la Tabla 28 se resumen los cálculos realizados para estimar los diferentes parámetros requeridos para realizar la verificación en el Punto 2, y en la Figura 4 se muestra la curva de calibración.

Tabla 28 Datos calibración PM10 ubicado en Punto 2 Botadero.

DATOS					
[redacted] m [redacted]	[redacted] b [redacted]	[redacted] r [redacted]	[redacted] P_a (mmHg) [redacted]	[redacted] T_a (K) [redacted]	[redacted] SSP (CFM) [redacted]
0.994088	-0.018571	0.999986	638	298.15	36.41
CALIBRACIÓN					
Orificio	ΔH(inH_2O)	IC (CFM)	IC_t ($CFM*K_a^{0.5}/mmHg_a^{0.5}$)	Q_{a_ori} (m^3/min)	Q_{a_corr} (m^3/min)	Dif (m^3/min)	Cumple
18	2.3	33	22.559	1.060	1.065	0.005	SI
13	2.5	35	23.926	1.104	1.103	0.001	SI
10	2.7	37	25.293	1.147	1.141	0.006	SI
7	2.9	39	26.661	1.188	1.179	0.008	SI
5	3.1	42	28.712	1.227	1.237	0.009	SI
[redacted] m_1	[redacted] ($CFM*K_a^{0.5}/mmHg_a^{0.5}$)/($m^3$/min)			35.77487	[redacted] 1) Dif ≤ 0.04 m^3/min todos los puntos	SI
[redacted] b_1	[redacted] $CFM*K_a^{0.5}/mmHg_a^{0.5}$			-15.53461	[redacted] 2) 4 de 5 puntos dentro del rango	SI
[redacted] r	[redacted]			0.99400	[redacted] 3) Coeficiente de correlación r ≥ 0.99	SI
CRITERIOS: 1. Diferencia para todos los puntos ≤ 0.04 m^3/min. 2. 4 de los 5 puntos deben estar dentro del rango de trabajo, para PM_{10} [1.02-1.24] m^3/min. 3. coeficiente de correlación r ≥ 0.99.							
Se cumplen los criterios descritos				**SI**			

$$IC_t = IC * \left[\frac{T_a}{P_a}\right]^{0.5} \qquad Q_a(orificio) \quad \left[\left[\Delta H(T_a/P_a)\right]^{1.7} - b\right]/m \qquad Dif = \left|Q_a(orificio) - Q_a(corrm)\right|$$

$$Q_a(corrm) = \frac{IC_t - b_1}{m_1} \qquad \mathrm{SSP} = (1.13 * m_1 + b_1) * \left(\frac{P_a}{T_a}\right)^{0.5}$$

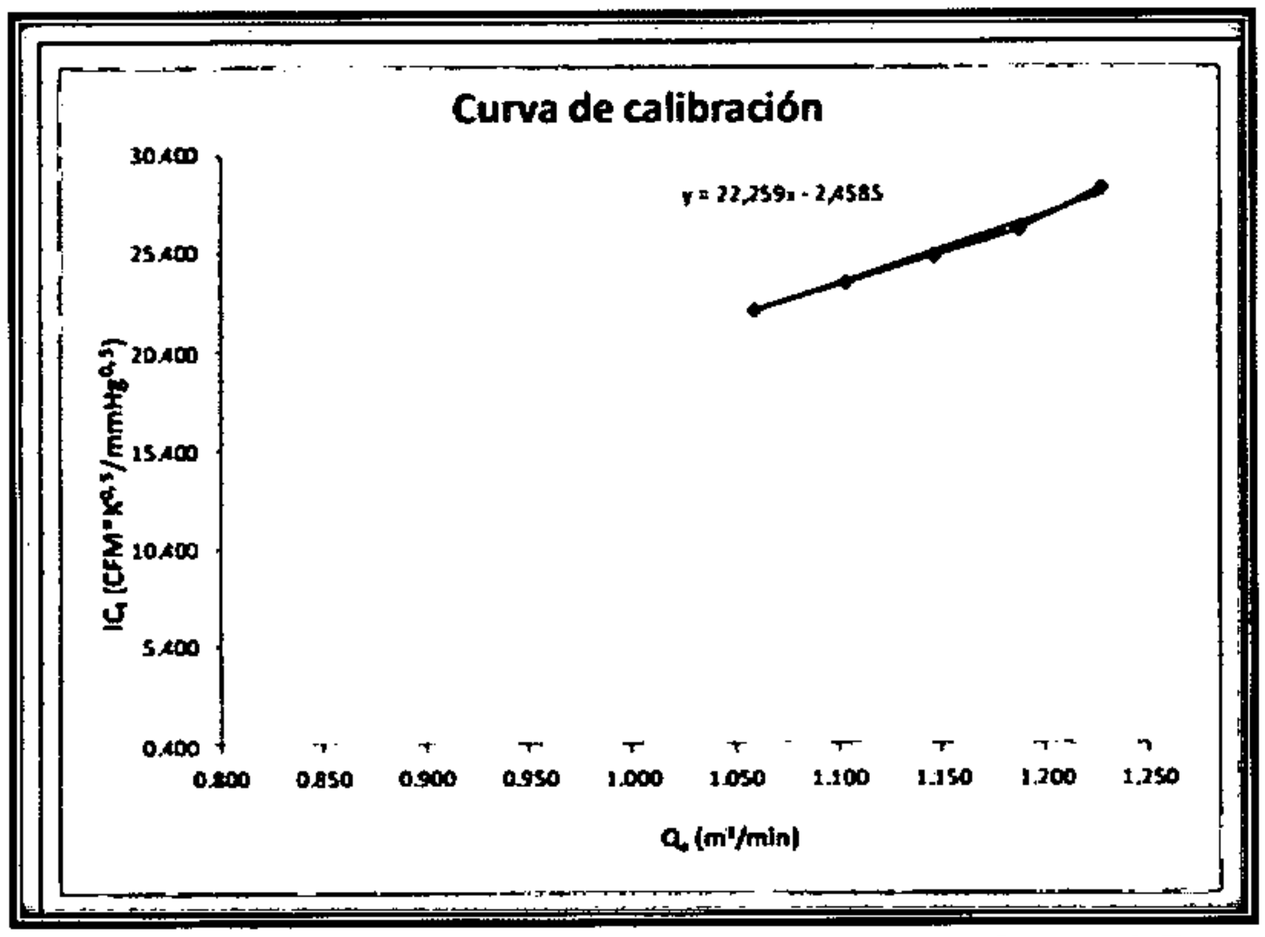


Ilustración 36 Curva de calibración PM10 ubicado en Punto 2 Botadero

Los valores hallados en la calibración son conforme a los procedimientos estipulados en los métodos US EPA.

11.2.7.7 Resultados y análisis

- Resultados evaluaciones

Las evaluaciones realizadas son comparadas con la Resolución 610 de Marzo del

2010 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Los valores Límites permisibles son corregidos a condiciones de referencia del municipio de Bello, en la Tabla 29 se observan los límites permisibles y la Norma que los emite.

Es importante anotar que se toman como valores base para la corrección a condiciones de referencia de 760 mmHg y 25°C.

Tabla 29 Valores límites de exposición a contaminantes.

Contaminante	Valor limite a condiciones de referencia	Norma
Partículas Menores a 10 micras	Promedio Geométrico Anual 50 µg/m3 24 horas 100 µg/m3	Resolución 610 de Marzo de 2010 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

el las tablas 30 y 31 se muestran las concentraciones halladas durante los días evaluados en la ARENERA LOS BUILES, la Ilustración 37 se muestra el comportamiento de las mismas durante el periodo evaluado.

Tabla 30 Resultados concentración PM10 punto 1 OFICINAS

Fecha	Muestra Nº	Caudal m^3/min	Tiempo min	Vol. correg. m^3	µg	Conc. PM_{10} µg/m^3
2016/02/11	MP10-2015-1101	1.1555	1380.0	1363.813	9.4010E+04	68.93 +/- 12.85
2016/02/12	MP10-2015-1103	1.1561	1383.0	1365.159	1.1560E+05	84.68 +/- 15.78
2016/02/13	MP10-2015-1105	1.1573	1381.2	1360.163	1.0159E+05	74.69 +/- 13.91
2016/02/14	MP10-2015-1107	1.1206	1437.6	1368.489	1.1953E+05	87.34 +/- 16.53
2016/02/15	MP10-2015-1109	1.1201	1435.2	1367.831	1.0602E+05	77.51 +/- 14.67
2016/02/17	MP10-2015-1111	1.1195	1440.0	1374.043	1.3055E+05	95.01 +/- 17.99
2016/02/18	MP10-2015-1113	1.1369	1438.8	1399.054	7.2350E+04	51.71 +/- 9.71
2016/02/19	MP10-2015-1115	1.1375	1422.0	1381.072	9.3930E+04	68.01 +/- 12.77
2016/02/20	MP10-2015-1117	1.1834	1419.6	1436.796	8.7040E+04	60.58 +/- 11.16
2016/02/21	MP10-2015-1119	1.1729	1435.8	1445.198	9.9290E+04	68.70 +/- 12.71
2016/02/22	MP10-2015-1121	1.1277	1432.8	1381.832	1.0872E+05	78.68 +/- 14.84
2016/02/23	MP10-2015-1123	1.1834	1425.0	1442.262	1.0038E+05	69.60 +/- 12.83
2016/02/24	MP10-2015-1125	1.1636	1450.2	1448.147	1.0943E+05	75.57 +/- 14.04
2016/02/25	MP10-2015-1127	1.1834	1430.4	1447.727	9.5520E+04	65.98 +/- 12.16
2016/02/26	MP10-2015-1129	1.1654	1417.2	1410.172	1.0953E+05	77.67 +/- 14.42
2016/02/27	MP10-2015-1131	1.1747	1404.6	1408.788	1.0159E+05	72.11 +/- 13.34
2016/02/28	MP10-2015-1133	1.1271	1434.0	1384.644	9.7720E+04	70.57 +/- 13.31
2016/02/29	MP10-2015-1135	1.1265	1464.6	1415.886	9.5480E+04	67.43 +/- 12.73

Tabla 31 Resultados concentración PM10 punto 1 BOTADERO.

Fecha	Muestra	Caudal	Tiempo	Vol. correg.	µg	Conc. PM_{10} µg/m³
	Nº	m³/min	min	m³		
2016/02/11	PM10-2016-1002	1.1163	1381.8	1317.035	4.7790E+04	36.29 +/- 6.86
2016/02/12	PM10-2016-1004	1.1163	1381.2	1316.464	6.1740E+04	46.90 +/- 8.87
2016/02/13	PM10-2016-1006	1.1239	1380.0	1295.457	5.1630E+04	39.85 +/- 7.51
2016/02/14	PM10-2016-1008	1.1430	1441.8	1376.541	3.0400E+04	22.08 +/- 4.13
2016/02/15	PM10-2016-1010	1.0980	1438.2	1345.924	7.5280E+04	55.93 +/- 10.66
2016/02/17	PM10-2016-1012	1.0890	1437.0	1331.602	3.8460E+04	28.88 +/- 5.53
2016/02/18	PM10-2016-1014	1.1353	1437.0	1392.895	5.4180E+04	38.90 +/- 7.30
2016/02/19	PM10-2016-1016	1.1069	1437.0	1358.025	4.2020E+04	30.94 +/- 5.88
2016/02/20	PM10-2016-1018	1.0874	1438.8	1338.047	4.8870E+04	36.52 +/- 7.00
2016/02/21	PM10-2016-1020	1.1335	1441.2	1401.930	2.6610E+04	18.98 +/- 3.56
2016/02/22	PM10-2016-1022	1.0974	1435.2	1344.715	3.4420E+04	25.60 +/- 4.88
2016/02/23	PM10-2016-1024	1.0974	1435.8	1345.277	3.7050E+04	27.54 +/- 5.25
2016/02/24	PM10-2016-1026	1.0957	1434.0	1348.410	2.9800E+04	22.10 +/- 4.22
2016/02/25	PM10-2016-1028	1.1347	1435.2	1392.793	4.6310E+04	33.25 +/- 6.24
2016/02/26	PM10-2016-1030	1.1359	1435.8	1390.094	8.5730E+04	61.67 +/- 11.56
2016/02/27	PM10-2016-1032	1.1353	1435.8	1391.732	3.4680E+04	24.92 +/- 4.67
2016/02/28	PM10-2016-1034	1.0963	1435.2	1347.926	9.2200E+03	6.84 +/- 1.31
2016/02/29	PM10-2016-1036	1.1436	1434.0	1404.894	2.2340E+04	15.90 +/- 2.97

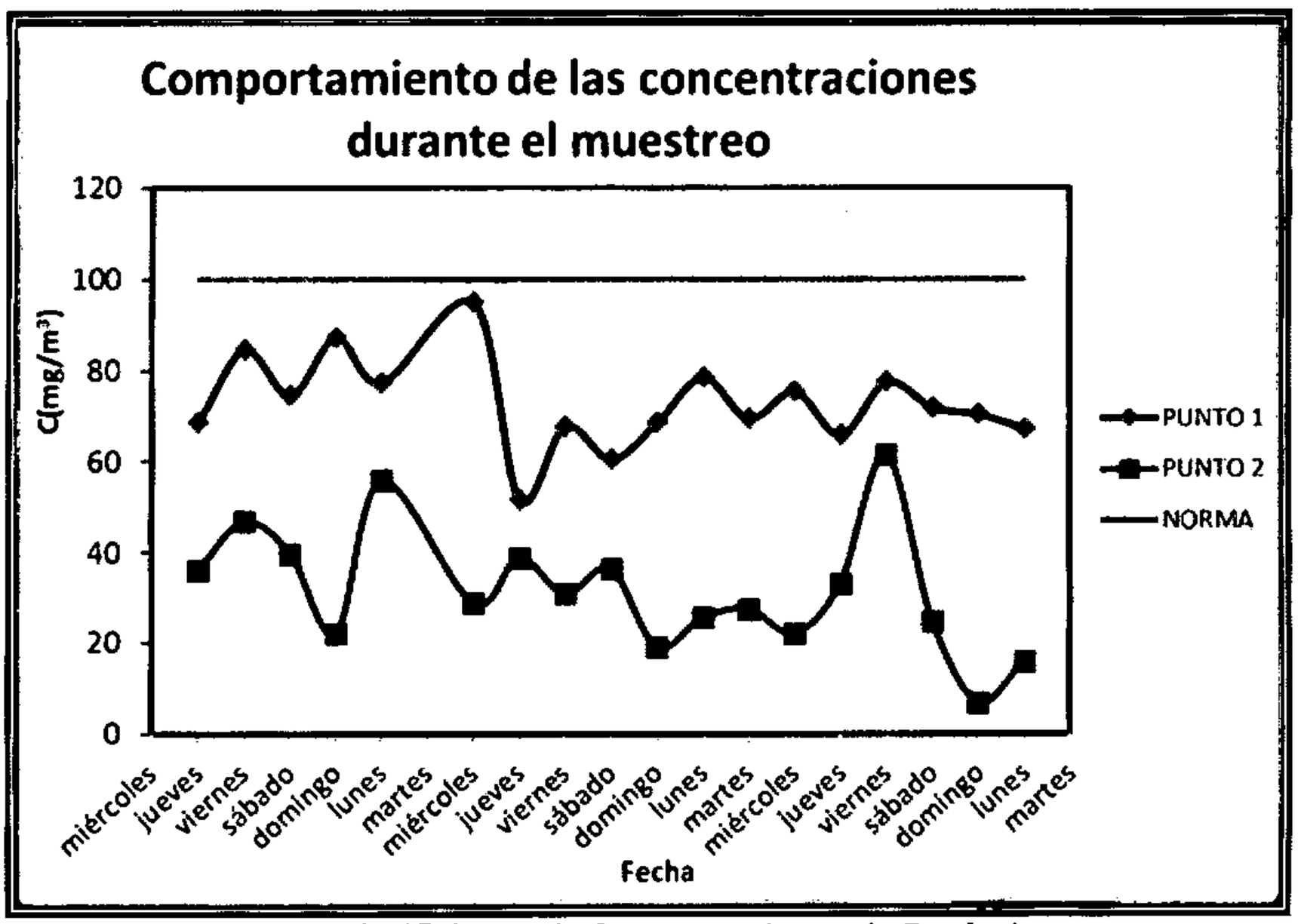


Ilustración 37 Curva de Concentraciones de Partículas.

Tras realizar un análisis de las concentraciones halladas en los puntos 1 y 2, se encuentra que en ninguno de los dos se sobrepasa los niveles establecidos para un periodo de 24 horas, que es de 100 µg/m3 (valor de la norma), valor límite dado en la Resolución 610 de 2010 del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial

11.2.7.8 OBSERVACIONES

Se resalta el cambio de las rutas de las volquetas durante la ejecución del proyecto, esto sumado a las altas temperaturas de la temporada de sequía en la que se realiza el muestreo, se genera unos niveles elevados de material particulado provocado por los compresores de las volquetas externas a la Arenera al paso por las calles destapadas de ingreso a la zona. La carretera cercana a

La cantera se encuentra destapada.

El proceso como tal del aprovechamiento de la arena, es totalmente húmedo y no se ve impacto aparente por material particulado.

11.2.7.9 CONCLUSION

De las concentraciones halladas en el monitoreo realizado en el periodo comprendido entre el 11 y el 29 de febrero de 2016, se encuentran un promedio aritmético en el punto 1 (oficinas) de 73.0 µg/m3, valor que supera el promedio aritmético anual para PM10 estipulado en 50 µg/m3. Se resalta que en ninguno de los días se supera el valor límite permisible para 24 horas establecido en 100 µg/m3

.

En el punto 2 (cantera) se encuentra un promedio aritmético de 32 µg/m3 lo que indica que están por debajo de los valores de referencia del promedio aritmético anual establecido en 50 µg/m3 , adicionalmente en ninguno de los días se supera el valor límite permisible para 24 horas establecido en 100 µg/m3

.

Analizando los valores obtenidos y las posiciones en las que se ubicaron los equipos según la deriva de vientos, el punto 2 que se encuentra corriente abajo, tiene un valor menor que el punto 1 corriente arriba, este último se ve altamente influenciado por el paso de las volquetas y parqueo de las mismas, por lo que se recomienda apagar éstas cuando se posible.

11.2.8 Suelo

Durante las visitas de campo realizadas, se pudo establecer que las propiedades fisicomecánicas son las siguientes:

11.2.8.1 Capa orgánica

Profundidad: se encuentra desde la superficie algunos puntos hasta unos 0.10 metros, compuesta por suelo orgánico con raíces, color café muy deleznable se clasifica como Pt.

11.2.8.2 Limo

Se encuentra en algunos sectores desde los 005 metros, en otros desde 0.02 hasta los 0,20 metros, en la clasificación unificada se cataloga como MH-CH, tiene alta plasticidad y buena cohesión.

La permeabilidad de este suelo es baja, tiene alta comprensibilidad y un alto potencial de contracción, además tiene mediana capacidad de soporte.

11.2.8.3 Arena

Profundidad: se pueden encontrar desde los 0.05 metros en algunos puntos, en otros desde los 0,30 metros, hasta los 20 metros. en la clasificación unificada se cataloga como SM, no es plástica y tiene poca cohesión; la permeabilidad es alta, tiene baja comprensibilidad y un bajo potencial de contracción, su capacidad de soporte es alta.

11.2.8.4 Estabilidad

Desde el punto de vista geotécnico y dado las características topográficas de la zona hacen que el área de estudio pueda cons8iderarse como estable.

11.2.9 Paisaje

Haciendo un análisis del paisaje para el área de influencia directa, como formas, líneas, clores, texturas, espacios, distancia y escalas, se encuentran en la zona cuatro tipos de paisajes:

11.2.10.1 Paisaje modificado

Es el existente en las zonas explotadas ya recuperadas y reforestadas se distingue un color verde claro originado por las especies vegetales reforestadas, por las características topográficas y su ubicación en la zona media tiene una cuenca visual extensa.

11.2.10.2 Paisaje alterado sin tratamiento

Corresponde al área de explotación actual, con un color amarillento que lo hace notable por el cambio cromático entre las superficies aledañas las cuales son verdes.

11.2.10.3 Paisaje modificado

Corresponde al área donde se encuentran las instalaciones, por su localización en la parte media-baja y por la topografía hace la cuenca visual del mismo sea muy corta.

11.2.10.4 Paisaje virgen

Correspondiente a la zona donde se realizaran futuras explotaciones y a las áreas de reserva, corredores biológicos y a las zonas de protección.

11.3 ASPECTOS BIÓTICOS

Antes de reseñar los diferentes métodos empleados, hay que enfatizar que en ningún caso se realizó colecta científica, el trabajo solo fue netamente descriptivo; es decir, en la parte vegetal se identificó los taxones vegetales en el campo hasta el nivel taxonómico que fue posible; en tanto que en la fauna, de aquellos taxones que fueron avistados o

reseñados por la gente de la región, se constató únicamente su taxonomía en libros especializados de cada grupo faunístico.

11.3.1 Flora

Desde el 07 hasta el 18 de noviembre de 2016, se realizó la fase de campo en el área de la arenera, donde para caracterizar la Flora presente de las áreas de potreros, pastizales enrastrojados, cultivos y rastrojos bajos se efectuaron recorridos desde la zona baja donde funciona la oficina y el almacenamiento de la arena, hasta la parte alta cerca de la represa de Fabricato, en los que por tramos se cuantificó en términos de porcentaje la vegetación de la matriz dominante y las diferentes especies que conformaban el ensamblaje de especies en cada lugar, Este método fue aplicado fundamentalmente desde del área de la oficina hasta donde actualmente se encuentra el frente de explotación.

En aquellas áreas donde se registró coberturas vegetales de bosque secundario y rastrojos altos en proceso de sucesión, en el predio presentes antes de la explotación actual (cota 1779 msnm), anexo a la zona de explotación (cota 1932 msnm), y más hacia arriba (cotas: 1962 y 1996) se instalaron cuatro (4) parcelas permanentes modificadas de acuerdo a la fase de sucesión, partiendo del método de parcelas modificadas de Whtittaker citadas por Campbell *et al.*, (2002). Las características de las parcelas se citan a continuación.

Tabla 32. Localización de las parcelas

Parcela	Latitud	Longitud	Altura (msnm)	Área (m^2)	Rumbo
Parcela N° 1	6^0 21,214	75^0 35,094	1779	329	120° NW
Parcela N° 2	6^0 21,317	75^0 35,224	1932	1000	210° SW
Parcela N° 3	6^0 21,410	75^0 35,413	1996	100	326° NE
Parcela N° 4	6^0 21,323	75^0 35,308	1962	100	215° SW

La parcela N° 1 se ubicó en un pequeño fragmento de 14 x 23.5m (329 m^2), sobre un sustrato formado por grandes bloques rocosos. Sus alrededores son potreros y los suelos presentan un alto deterioro por la ganadería con la consecuente erosión por terracetas. Geomorfológicamente, la pequeña parcela se encuentra sobre un organal en medio de un islote de la quebrada La Aguada; notándose que es un terreno abandonado, donde se practicaba agricultura, porque se encontraron árboles de café (*Coffea arabica*) dispersos entre las especies del bosque natural.

Al interior de la Parcela N° 1 solo se midieron los fustales, individuos con un diámetro normal (medido a 1.3 m del suelo-DAP) mayores o iguales a 10 cm por medio de una cinta diamétrica, la altura total utilizando un Clinómetro marca Suunto PM-5 1520 D, y el

diámetro de las copas realizando dos medidas perpendiculares entre sí con una cinta métrica.

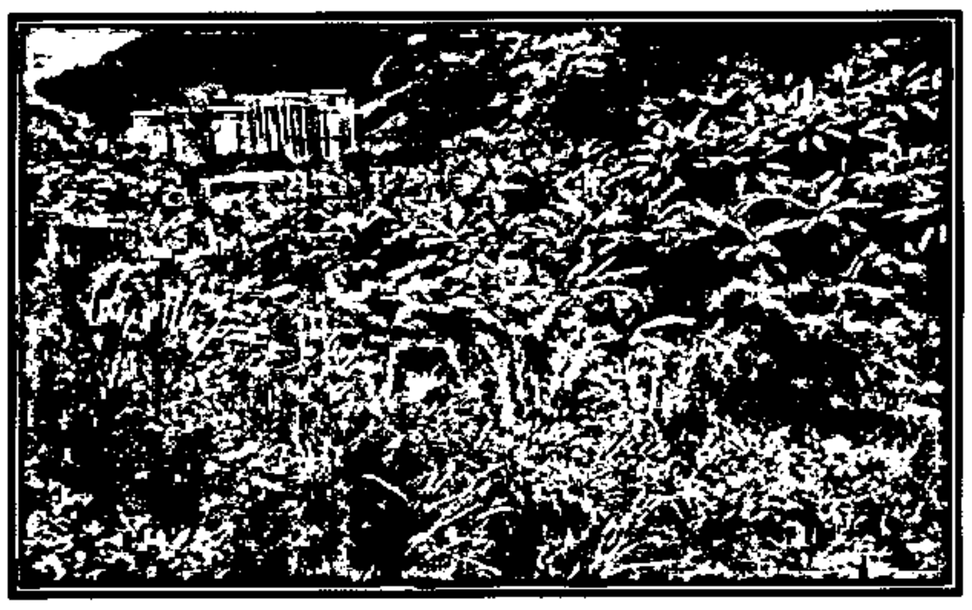
Siguiendo con la Parcela N° 2, esta se ubicó en el área donde existe una fase de sucesión del bosque más avanzada, con árboles de hasta 25m de altura; destacando que se encuentra asociada al frente de explotación actual de arena a una altura de 1932 msnm. La geomorfología se asocia con la unidad de vertientes intermedias, con pendientes fuertes y un patrón de drenaje subparalelo. Cabe destacar, que desde este punto con un rumbo de 170° W se extiende una franja de bosque en diferentes etapas de sucesión hasta una elevación de 2320 msnm aproximadamente.

Las dimensiones de la Parcela N° 2 fueron de 20 x 50 m (1.000 m^2), dividida en dos cuadrantes de 10 x 50 m, donde se midieron todos los individuos con un diámetro normal (medido a 1.3 m del suelo-DAP) mayores o iguales a 10 cm (fustales) por medio de una cinta diamétrica, la altura total utilizando un Clinómetro marca Suunto PM-5 1520 D, y el diámetro de las copas realizando dos medidas perpendiculares entre sí con una cinta métrica.

En cuanto a las Parcelas N° 3 y 4, estas fueron dispuestas en coberturas vegetales naturales que presentaban fases de sucesión tempranas; su área fue de 100 m^2 (10 x 10) dividida en dos cuadrantes de 10 x 5 (50 m^2), donde se analizaron todos los individuos que caían dentro de un rango de diámetro entre 5.5 ≤ DAP ≤9.9 (latizales) empleando una cinta diamétrica y que simultáneamente tenían una altura mayor o igual a 3 m; la altura total se estimó empleando un Clinómetro marca Suunto PM-5 1520 D, y el diámetro de las copas por medio de una cinta métrica realizando dos medidas perpendiculares entre sí.



Fotografía 14 Aspectos relacionados con la descripción de la Flora en la arenera los Builes



Fotografía 15 descripción cualitativa de aquellas áreas de potreros y pastos enrastrojados



Fotografía 16 marcaje de los árboles



Fotografía 17 pequeño fragmento de bosque





Fotografía 18 y Fotografía 19 bosques en fases de sucesión más avanzadas en la parte alta de la arenera

Se debe anotar, que en las cuatro parcelas quedaron marcados todos los individuos medidos por medio de una placa de papel foil unida a un nylon de calibre 100, la cual presentaba un código que contenía los siguientes aspectos: ABP1001, que significa AB: Arenera Builes; P1: Parcela 1; 001 Árbol N° 1 Por esta razón, todas las parcelas quedan como permanentes, siendo muy útiles para el seguimiento de la sucesión del bosque en esta zona, y ante todo para evaluar los posibles impactos de las actividades de la arenera en la vegetación natural.

11.3.2 Fauna

Los métodos empleados para describir la fauna asociada a la vegetación y diferentes áreas de la arenera Los Builes, en primera instancia tuvo en cuenta la preparación y la revisión de la literatura científica sobre fauna silvestre presente en el área de análisis. La información obtenida inicialmente, se utilizó para realizar una lista preliminar de las especies que tenían probabilidad de encontrarse en los sitios de estudio, dicha lista nos permitió resolver algunos interrogantes como: 1) Recopilar información sobre el

componente animal y su área de distribución en la región. 2) analizar la diversidad, especies en peligro de extinción, especies endémicas y de importancia biológica.

Posteriormente en campo los métodos empleados por cada grupo faunístico, presentó los siguientes aspectos:

11.3.2.1 Mamíferos

Para los mamíferos el método empleado fue la observación directa en recorridos diurnos y nocturnos donde se buscó diversos indicios como restos de comida, heces fecales, huellas, cráneos, madrigueras, senderos y sonidos. Los recorridos se realizaron por los bordes, al interior de los bosques y quebradas, por las carreteras y en caminos, complementándose con un registro fotográfico cuando fue posible por medio de una cámara digital Sony, modelo DSC-H200 de 20.1 Megapixeles.

11.3.2.2 Aves

La etapa de caracterización de las aves se realizó básicamente mediante observaciones directas en caminatas matutinas y vespertinas, utilizando binoculares 10 x 40; además, donde fue posible se efectuó registros fotográficos por medio de una cámara digital Sony, modelo DSC-H200 de 20.1 Megapixeles



Fotografía 19 aspectos de los muestreos nocturnos en ecosistemas acuáticos buscando reptiles y anfibios,



Fotografía 20 muestreo diurno se rastrea la fauna en general



Fotografía 21 entrevistas con personas aledañas a los bosques



Fotografía 22 evidencias de la presencia de avifauna

En esta caracterización, también se tuvo en cuenta los **tipos de hábitat**: Bosque secundario (BS), Rastrojo alto (Ra), Rastrojo bajo (Rb) y Pastos arbolados (Pa), entre otros; así como los **grupos tróficos**: Rapaces (R): Carroñeras (Crr): Frugívoras granívoras (F/G): Granívoras (G): Frugívoras Insectívoras (F/I): Insectívoras (I): Nectarívoras (N): Frugívoras (F): Frugívoras nectarívoras (F/N): Piscívoras (P): Insectívoras de corteza (I/C).

Esta actividad servirá para evaluar las transformaciones registradas en el paisaje de las zonas de influencia directa del proyecto y la evolución de las poblaciones de fauna, debido principalmente al cambio de hábitat.

11.3.2.3 Herpetofauna

La metodología empleada para el estudio de anfibios y reptiles fue el Método de Encuentros Visuales (VES) (Crump & Scott 1994), que consistía en caminar a través de un área o hábitat por un tiempo predeterminado, en la que se muestreo las rocas y fragmentos de vegetación, la hojarasca y examinando cuidadosamente las cuevas y raíces, intentando incluir el mayor número de microhábitat posibles (cuerpos de agua, bosques, áreas abiertas, entre otros). Además, donde fue posible se efectuó registros fotográficos por medio de una cámara digital Sony, modelo DSC-H200 de 20.1 Megapixeles.

Estos métodos directos empleados para el levantamiento de la información de los grupos faunísticos descritos anteriormente, fueron complementados con entrevistas a las personas residentes en áreas aledañas a los bosques y en general presentes en terrenos de la arenera de Los Builes.

11.3.3 Análisis de la información

Para corroborar la información de campo y de identificación por parte de los pobladores de la región acerca de los grupos faunisticos monitoreados, se empleó a nivel general las guías de Mamíferos, Aves, Reptiles y Anfibios publicada por las Empresas Públicas de Medellín (2014), como también el libro Neotropical Rainforest Mammals (Emmons & Feer, 1990), guía de las aves de Colombia (Hilty & Brown, 1986) y la guía de campo de algunas especies de anfíbios y reptiles de Antioquia (Paéz *et al.*, 2002).

Una vez elaborado el listado de taxones en el campo vegetal y en cada grupo faunístico, la forma en que se trató la información desde lo estadístico presentó los siguientes elementos:

Donde no se realizaron parcelas, es decir en los lugares cubiertos por pastizales, pastos enrastrojados y cultivos fundamentalmente, la descripción fue de tipo cualitativa, en el sentido de cuantificar en términos de porcentaje la presencia de cada especie vegetal en un área determinada por el investigador, denominadas tramos.

Antes de describir los métodos estadísticos utilizados para un análisis cuantitativo de la información de la comunidad vegetal, se debe enfatizar que el trabajo con esta comunidad ante todo es exploratorio; además por no ser el área de los fragmentos de bosque igual y estar en fases de sucesión diferentes, se presenta ciertas limitaciones en su comparación. Los descriptores utilizados para detallar la composición y estructura de la comunidad vegetal arbórea fueron los siguientes:

11.3.4 Índice de Valor de Importancia (IVI)

Dentro de los indicadores que permiten evaluar la importancia ecológica de una especie en la comunidad y la posibilidad de las especies para conquistar estratos superiores, de acuerdo con su Abundancia, Frecuencia y Dominancia relativas, se analizó por parcela el Índice de Valor de Importancia de Curtis (IVI).

Paralelamente se calcularon los índices de diversidad de Shannon y la densidad total de individuos (N), que consiste en el número total de individuos de la comunidad estudiada por unidad de área (N° Ind/ha).

11.3.5 Variables Dasométricas

Con el fin de caracterizar las diferentes coberturas vegetales y hacer análisis comparativos del avance de la regeneración natural, se calculó el Área basal (G) únicamente.

11.3.5.1 Fauna

Con respecto a la fauna, al ser el estudio exploratorio y los métodos aplicados descriptivos, el análisis se remitió a detallar su relación con el hábitat y sus

requerimientos tróficos, en especial para los mamíferos y aves avistadas, ya que de los anfibios y reptiles su presencia fue muy baja.

11.3.6 Resultados

11.3.6.1.1 Flora

11.3.6.1.1.1 Vegetación antrópica

La distribución y el estado de la vegetación en terrenos de la arenera las Builes, se encuentra muy perturbada en un 75% del área total, el restante 25% es una vegetación natural representada por la regeneración natural de los bosques que anteriormente se encontraban en esta región, pertenecientes a las zonas de vida bosque húmedo Premontano (bh-PM) y bosque húmedo Montano Bajo (bh-MB).

Tabla 33 Vegetación presente entre el tramo de la oficina y antes de la explotación actual en la arenera Los Buile.

Nombre Científico	Nombre Común	Tramo							
		OF	CA	PO	FI	RE	REL	EX	AC
Arundo donax	Caña brava					1,00			
Bahunia variegata	Casco de vaca				5,00				
Brachiaria sp	Pasto		75,00	70,0	55,0		90,00	45,00	60,00
Byrsonima crassifolia	Noro	15,00			2,0				
Cecropia spp	Yarumo		3,00					6,00	2,00
Cedrela odorata	Cedro				2,0				
Citrus reticulata	Mandarina					85,00			
Cordia alliodora	Nogal cafetero		1,00			3,00			
Croton funckianus	Crotón					2,00			4,00
Cupressus lusitanica	Ciprés			2,0			6,00	12,00	
Cyperus rotundus	Pasto coquito	2,50							
Erythrina fusca	Búcaro	0,50						7,00	1,00
Erythrina poeppigiana	Cámbulo					2,00			
Eucalyptus saligna	Eucalipto			15,0					
Euphorbia cotinifolia	Liberal			1,0					
Ficus lyrata	Árbol lira				2,0				
Fraxinus excelsior	Fresno								
Gliridia sepium	Matarratón		5,00						
Guadua angustifolia	Guadua				12,0				
Hymenaea courbaril	Algarrobo		3,00						2,00
Inga spp	Guamo								1,00
Leucaena	Leucaena	0,50							
Manguifera indica	Mango			1,0					
Musa paradisiaca	Plátano		8,00			2,00			
Pennisetum	Pasto elefante	70,90	2,00					10,00	
Persea americana	Aguacate				3,0	4,00			

Persea caerulea	Aguacatillo			3,0		1,00			2,00
Pinnus patula	Pátula				2,0		4,00		
Piper spp			0,50						1,00
Psidium guajaba	Guayaba		0,50	1,0					
Ricinus communis	Higuerilla	0,50							
Senna spectabilis	Velero	0,10		7,0					
Sida rhombifolia	Escobillo	10,00							
Spondias mombin	Jobo		2,00		17,0				1,00
Vismia ferruginea	Carate					1,00			1,00
Zea mays	Maíz							20,00	25,00
	Total	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**

OF: Oficina, CA: Cañada, PO: Potrero, FI: Fincas, RE: Restauración, REL: Relleno, EX: Explotación vieja, AC: Área carbonera

Entre la oficina y el área actual de explotación, vegetación natural no existe, las coberturas se circunscriben a pastos, cultivos y especies arbóreas plantadas.

En el Tramo N° 1 en los alrededores de la oficina principal, la cobertura principal son pastos dominados por la especie *Pennisetum purpureum* (pasto elefante) en un 70.9%, alternando con ciertas especies arbóreas plantadas como *Leucaena leucocephala* (leucaena), *Senna spectabilis* (velero), *Byrsonima crassifolia* (noro) y *Erythrina fusca* (búcaro)

Adyacente a este potrero, existe un Tramo N° 2 llamado Cañada, lugar que fue explotado anteriormente y al presentarse un movimiento en masa fue abandonado. La vegetación dominante es pastos del género *Brachiaria* sp (75%), *P. purpureum* (pasto elefante) y *Musa paradisiaca* (plátano); además se registraron especies arbóreas todas ellas plantadas como *Cordia alliodora* (nogal cafetero), *Gliridia sepium* (Matarratón), *Hymenaea courbaril* (algarrobo), *Psidium guajaba* (guayaba) y *Spondias mombin* (jobo)

Más hacia arriba, sigue el Tramo N° 3 llamado Potrero, anexo a una zona de relleno en la que se sembró recientemente cítricos. Como tal sigue siendo un potrero dominado nuevamente por *Brachiaria* sp en un 70%, y en el que se plantaron árboles como *Cupressus lusitánica* (ciprés), *Eucalyptus saligna* (eucalipto), *Manguifera indica* (mango), *Persea caerulea* (aguacatillo) y *Psidium guajaba* (guayaba).

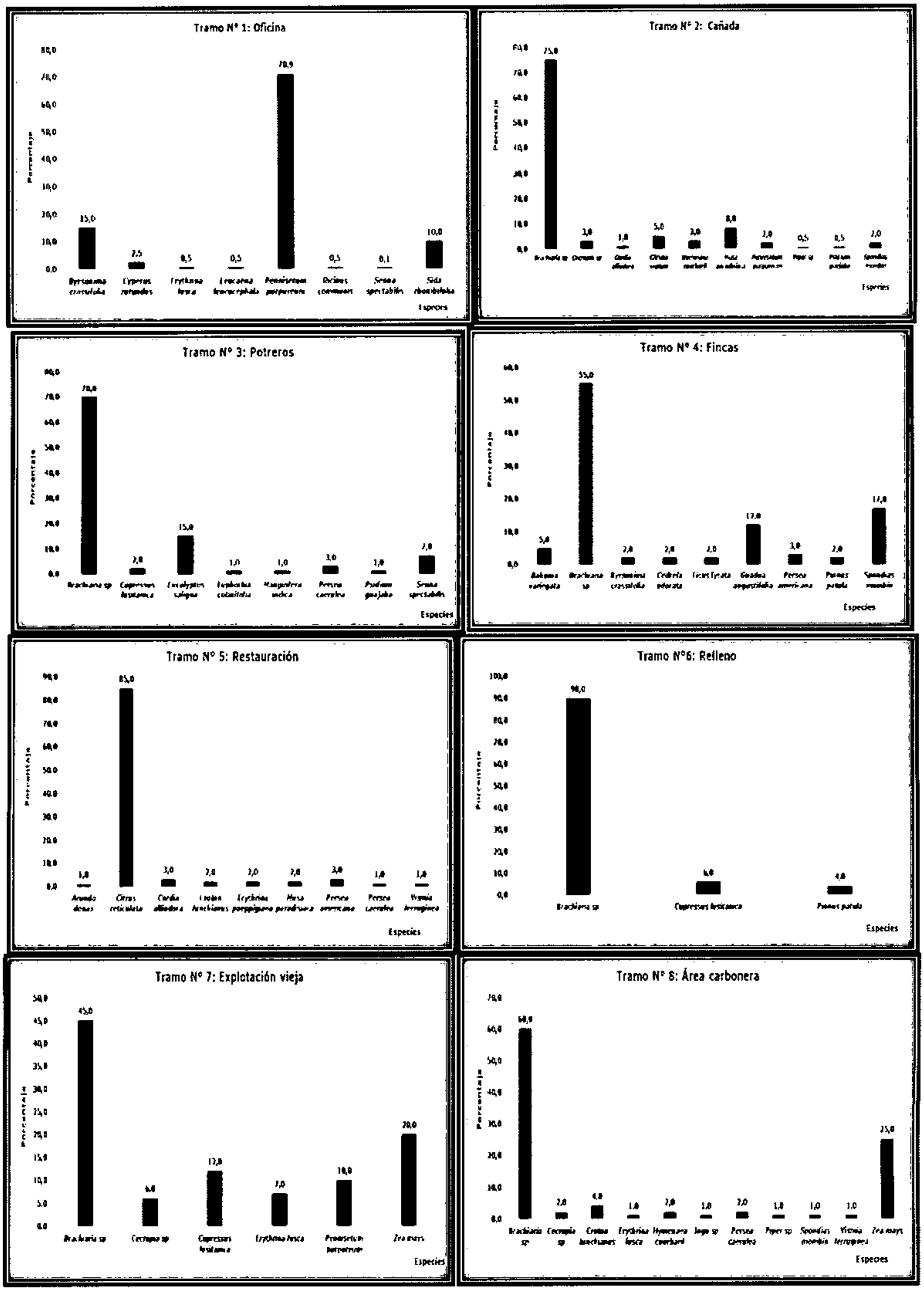


Ilustración 38 Distribución de frecuencias de los taxones relacionados con la vegetación presente en diferentes tramos de análisis durante la descripción de la Flora presente en la arenera los Builes, municipio de Bello-Antioquia.

El Tramo N° 4 llamado Fincas, presenta como característica principal diferentes tipos de vivienda, a las que se asocia una vegetación antrópica básicamente, y en la que siguen predominando los pastos con un 55%, pero con una mayor participación del componente arbóreo, donde se destacan *Bahunia variegata* (casco de vaca), *Byrsonima crassifolia* (noro), *Cedrela odorata* (cedro), *Guadua angustifolia* (guadua), *Persea americana* (aguacate), *Pinnus patula* (pino Pátula) y *Spondias mombin* (jobo)

Un área denominada de restauración (Tramo N° 5), es empleada para la siembra de cítricos con especial dominancia de la mandarina (*Citrus reticulata*) en un 75% y naranja tangelo (*Citrus tangelo*), cultivo que fue enriquecido con *M. paradisiaca* (plátano) y algunos árboles de *C. alliodora* (nogal cafetero), *Erythrina poeppigiana* (cámbulo) y *P. americana* (aguacate). Es un hábitat que presenta alta erosión al estar muy descubierto el suelo, solo en pequeños parches donde no restringen el crecimiento de herbáceas naturales este proceso aminora

Luego en un terreno donde se cumple un relleno con escombros (Tramo N° 6), la vegetación se restringe a plantaciones de *P. patula* (pino Pátula) y *C. lusitánica* (ciprés) en las orillas de la quebrada La Aguada que alcanzan un 10%, mientras que la matriz es dominada por pastos en potreros en un 90%; la estructura de la vegetación deja ver el estado de degradación del ecosistema terrestre en general.

Cerca de la explotación antigua en el Tramo N° 7, predominan los cultivos de maíz (*Zea mays*), en unión con los pastos *P. purpureum* y *Brachiaria* sp, estos en conjunto alcanzan un 75% del total de la vegetación del área, el restante 25% se distribuye en árboles representados por *Cecropia* sp (yarumo), *C. lusitánica* (ciprés) y *Erythrina fusca* (búcaro).

El Tramo N° 8 nombrado como el Área del Carbón, debido a que en este sitio elaboran carbón con material traído en volquetas, es un sitio que colinda con el frente de explotación actual, se encuentra muy deteriorado y en él predominan los cultivos de maíz (*Z. mays*) y pastos para ganadería del genero *Brachiaria* sp, que reúnen el 85% del total; a esta clase de vegetación se agrega especies relacionadas con la regeneración del bosque natural como *Cecropia* sp, *C. funckianus*, *E. fusca*, *Hymenaea courbaril*, *Inga* sp, *P. caerulea*, *Piper* sp, *S. mombin* y *V. ferruginea*.

Holísticamente, desde la oficina hasta el frente de explotación actual, la vegetación es catalogada como de vocación antrópica, orientada hacia un uso del suelo de ganadería, cultivos y paisajismo. Desde la perspectiva ecosistémica, este tipo de vegetación no aporta ningún atributo benéfico para la recuperación de la estructura y funcionalidad de los ecosistemas naturales terrestres y acuáticos de las dos zonas de vida (bh-PM y bh-MB) que abarcan el terreno de la arenera

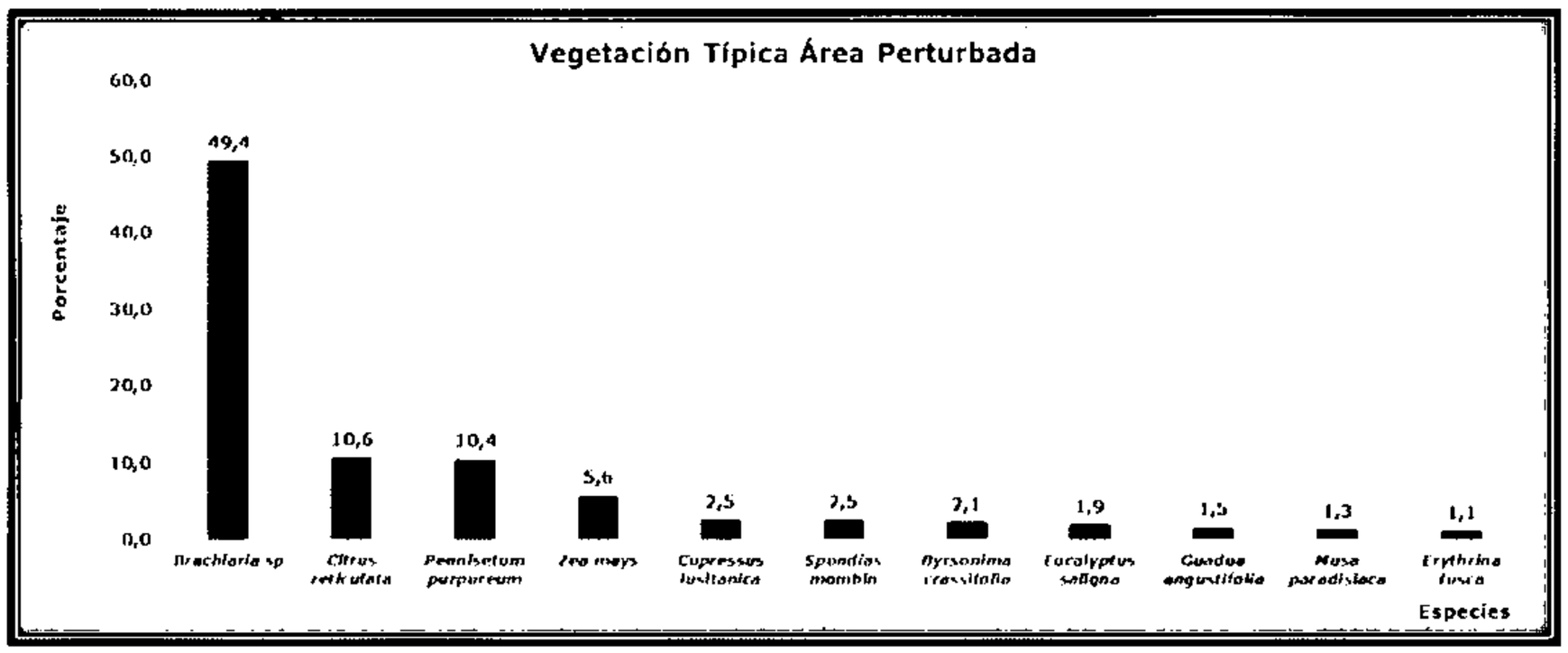


Ilustración 39 Distribución de frecuencias de los taxones dominantes de la vegetación presente en las áreas más perturbadas en la arenera los Builes, municipio de Bello-Antioquia.



Fotografía 23 Zona de cultivos de cítricos en área de relleno



Fotografía 24 sitio de relleno alternando con zonas de pasto y herbáceas de regeneración natural.

Observando la Ilustración 39 tenemos que las especies dominantes son *Brachiaria* sp (pasto), *C. reticulate* (mandarina), *P. purpureum* (pasto elefante), *Z. mays* (maíz) y Musa paradisiaca (plátano) todas incluidas en actividades antrópicas de ganadería y cultivos; mientras que las restantes son árboles que adornan el paisaje de las viviendas como *C. lusitanica, S. mombin, B. crassifolia, E. saligna, G. angustifolia, E. fusca y E. poeppigiana.*

Si bien la vegetación es un componente muy importante, su funcionalidad ecosistémica depende de la matriz física en que se encuentre, es por esto que en los ocho (8) tramos analizados, desde la estructura y funcionalidad del ecosistema, su aporte es mínimo para la dinámica natural, al ofrecer pocos hábitats para la fauna silvestre, además es poca la participación en la regulación climática y de caudales de la región. Por lo tanto el paisaje resultante actual, es típico de un manejo antrópico y totalmente benéfico para actividades del hombre, pero para la recuperación de la dinámica natural del ecosistema natural es muy pobre.

11.3.6.1.1.2 Vegetación natural

Del frente de explotación actual hacia el oeste y en el flanco norte de la vertiente, se está desarrollando un proceso de sucesión natural, que su manifestación es la recuperación de la cobertura vegetal denominada bosque natural. Ahora, no se debe entender que la composición, estructura y función es la misma del que previamente existía y fue talado, esto puede variar por los cambios en los suelos, clima, hidrología y por efectos del cambio climático, entre otros.

Bajo este escenario de cambios, se realizó una caracterización del componente arbóreo del área de bosques teniendo en cuenta el índice de Valor de importancia de Curtis (IVI), por el cual se puede encontrar con una mayor certidumbre la formación de determinadas asociaciones vegetales, de acuerdo a la dominancia especifica de una especie en cada parcela y por ende este elemento proporciona una visión de las diferentes etapas de sucesión respecto al componente arbóreo presente en el área del bosque estudiado. Las asociaciones más importantes, nombradas de acuerdo a la especie dominante al interior del área del bosque analizado en la arenera son:

El Aguacatillal, se ha denominado con este nombre por tener la dominancia del aguacatillo (*Persea caerulea*) reflejada en el IVI relativizado de un 81.65%, seguido del yarumo (*Cecropia* spp) con 50.13% y jobo (*Spondias mombin*). Tal asociación se está desarrollando sobre un pequeño islote en el cauce de la quebrada La Aguada más abajo del frente de explotación actual (dirección este); anotando que este fragmento de bosque es el remanente de lo que fue hace años, destacando como los árboles son de gran porte y altura, en especial los aguacatillos y el piñón de oreja (*E. cyclocarpum*)

Tabla 34. Índice de Valor de Importancia (IVI) para las especies arbóreas presentes en la Parcela N° 1 (Aguacatillal) durante el análisis de la flora en la arenera Los Builes

Especie	Abundancia Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	Frecuencia Relativa (%)	IVI (%)	IVI Relativizado (%)
Persea caerulea	21,43	38,79	21,43	81,65	81,65
Cecropia spp	21,43	7,27	21,43	50,13	50,13
Spondias mombin	14,29	7,88	14,29	36,45	36,45
Enterolobium cyclocarpum	7,14	20,00	7,14	34,29	34,29
Buchenavia spp	7,14	12,73	7,14	27,01	27,01
Pourouma spp	7,14	4,85	7,14	19,13	19,13
Hymenaea courbaril	7,14	4,24	7,14	18,53	18,53
Manguifera indica	7,14	2,42	7,14	16,71	16,71
Myrcia popayanensis	7,14	1,82	7,14	16,10	16,10

1802-6803

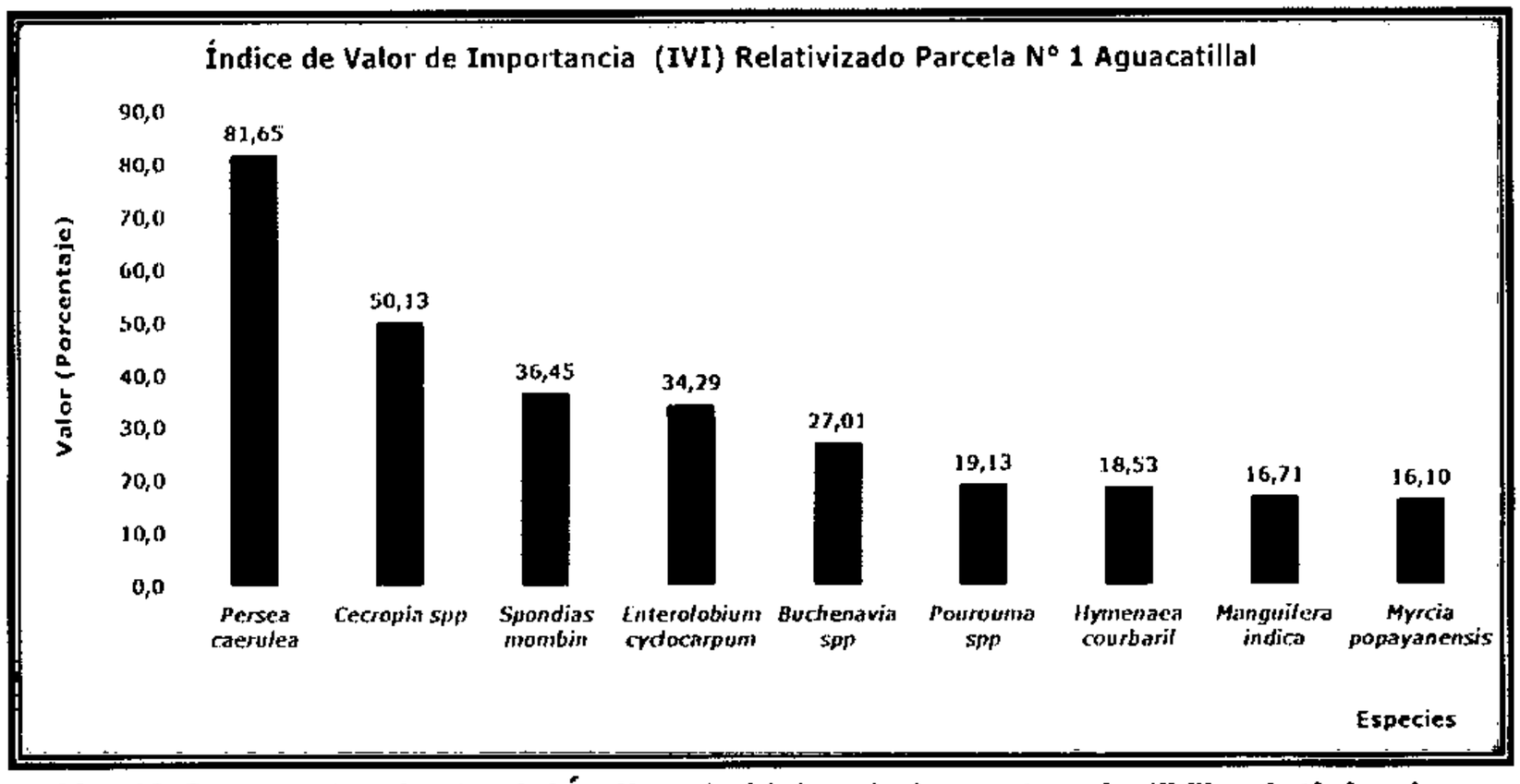


Ilustración 40 Comportamiento del Índice de Valor de Importancia (IVI) relativizado para las especies arbóreas presentes en la Parcela N° 1 (Aguacatillal) durante el análisis de la flora en la arenera Los Builes, municipio de Bello-Antioquia.

Es muy probable, que donde actualmente se desarrolla este bosque tenían un cultivo de café bajo la sombra, ya que las especies como *Enterolobium cyclocarpum* (piñón de oreja), *Persea caerulea* (aguacatillo), *Hymenaea courbaril* (algarrobo), jobo (*Spondias mombin*) y mango (*Manguifera indica*) fueron plantadas o mantenidas para funcionar como sombrío, mientras que *Myrcia popayanensis* (arrayán, guayabo), *Pourouma* spp y el yarumo (*Cecropia* spp) son especies que han ingresado nuevas, de ahí su bajo valor de importancia

Un **Arrayanal** es la asociación que se encuentra en la Parcela N° 2, ya que el arrayán (*Myrcia popayanensis*) fue la especie arbórea con mayor IVI relativizado al obtener un 25.8%. Comparten con esta especie, exhibiendo valores muy cercanos NN2 y *Palicourea* spp con 18.76 y 16.47% respectivamente, de la misma manera se destacan el yarumo (Cecropia spp) con el 9.89% y el aguacatillo (*P. caerulea*) con 7.42%. Ya con menor IVI relativizado se presentan el uvito (*Cavendishia pubescens*), el chagualo (*Clusia* spp), nigüito (*Miconia caudata*), dulomoco (*Saurauia ursina*) y el lechero (*Brosimum* spp), quienes oscilaron entre 4.01 y 1.99%

Tabla 35. Índice de Valor de Importancia (IVI) para las especies arbóreas presentes en la Parcela N° 2 (Arrayanal) durante el análisis de la flora en la arenera Los Builes,

Nombre científico	Abundancia Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	Frecuencia Relativa (%)	IVI (%)	IVI Relativizado (%)
Myrcia popayanensis	36,54	24,45	16,67	77,65	25,88
NN2	21,15	26,79	8,33	56,27	18,76
Palicourea spp	1,92	0,83	46,67	49,42	16,47
Cecropia spp	11,54	13,12	5,00	29,66	9,89
Persea caerulea	5,77	11,49	5,00	22,25	7,42

Cavendishia pubescens	3,85	4,86	3,33	12,04	4,01
Clusia spp	3,85	4,73	3,33	11,90	3,97
NN1	3,85	4,47	3,33	11,65	3,88
Miconia caudata	3,85	1,47	3,33	8,65	2,88
Saurauia ursina	3,85	2,10	1,67	7,61	2,54
Brosimum sp	1,92	3,32	1,67	6,91	2,30
NN3	1,92	2,38	1,67	5,97	1,99

Esta área del bosque natural, muy cercano al frente de explotación actual, está revelando una fase de sucesión del bosque natural intermedia, al estar constituida por especies propias de estas zonas de vida; convirtiéndose este espacio en una zona de alta importancia para el análisis de la trayectoria evolutiva y capacidad de recuperación de los bosques de fajas altitudinales premontanos y montanos presentes en esta arenera.

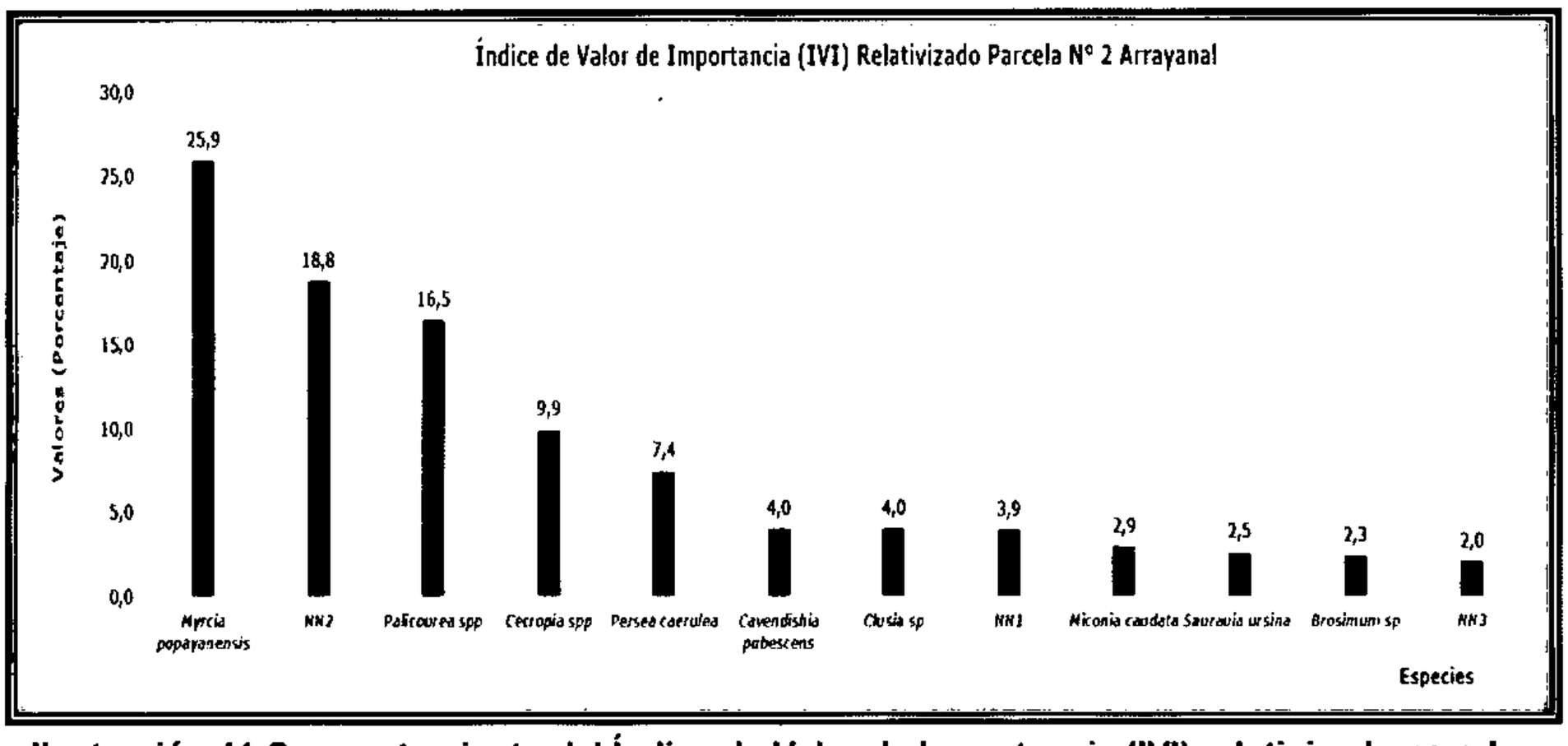


Ilustración 41 Comportamiento del Índice de Valor de Importancia (IVI) relativizado para las especies arbóreas presentes en la Parcela N° 2 (Arrayanal) durante el análisis de la flora en la arenera Los Builes, municipio de Bello-Antioquia.

En la Parcela N° 3, la asociación resultante se le ha llamado **Uvital**, al ser dominante el uvito (*Cavendishia pubescens*) quién obtuvo un IVI relativizado de 43.8%, el que supera ampliamente a las especies *Palicourea* spp, nigüito (*Miconia caudata*) y zurrumbo (*Trema micrantha*), las que alcanzaron valores entre 22.5 y 10.3%. Este tipo de asociación revela claramente, fases de sucesión tempranas, aspecto que también se detalla en las pocas especies registradas durante las mediciones

Tabla 36 Índice de Valor de Importancia (IVI) para las especies arbóreas presentes en la Parcela N° 3 (Uvital) durante el análisis de la flora en la arenera Los Builes.

Nombre científico	Abundancia Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	Frecuencia Relativa (%)	IVI (%)	IVI Relativizado (%)
Cavendishia pubescens	44,4	47,0	40,0	131,5	43,8
Palicourea spp	22,2	25,1	20,0	67,4	22,5
Miconia caudata	16,7	16,4	20,0	53,1	17,7
Trema micrantha	11,1	9,8	10,0	30,9	10,3
NN4	5,6	1,6	10,0	17,2	5,7

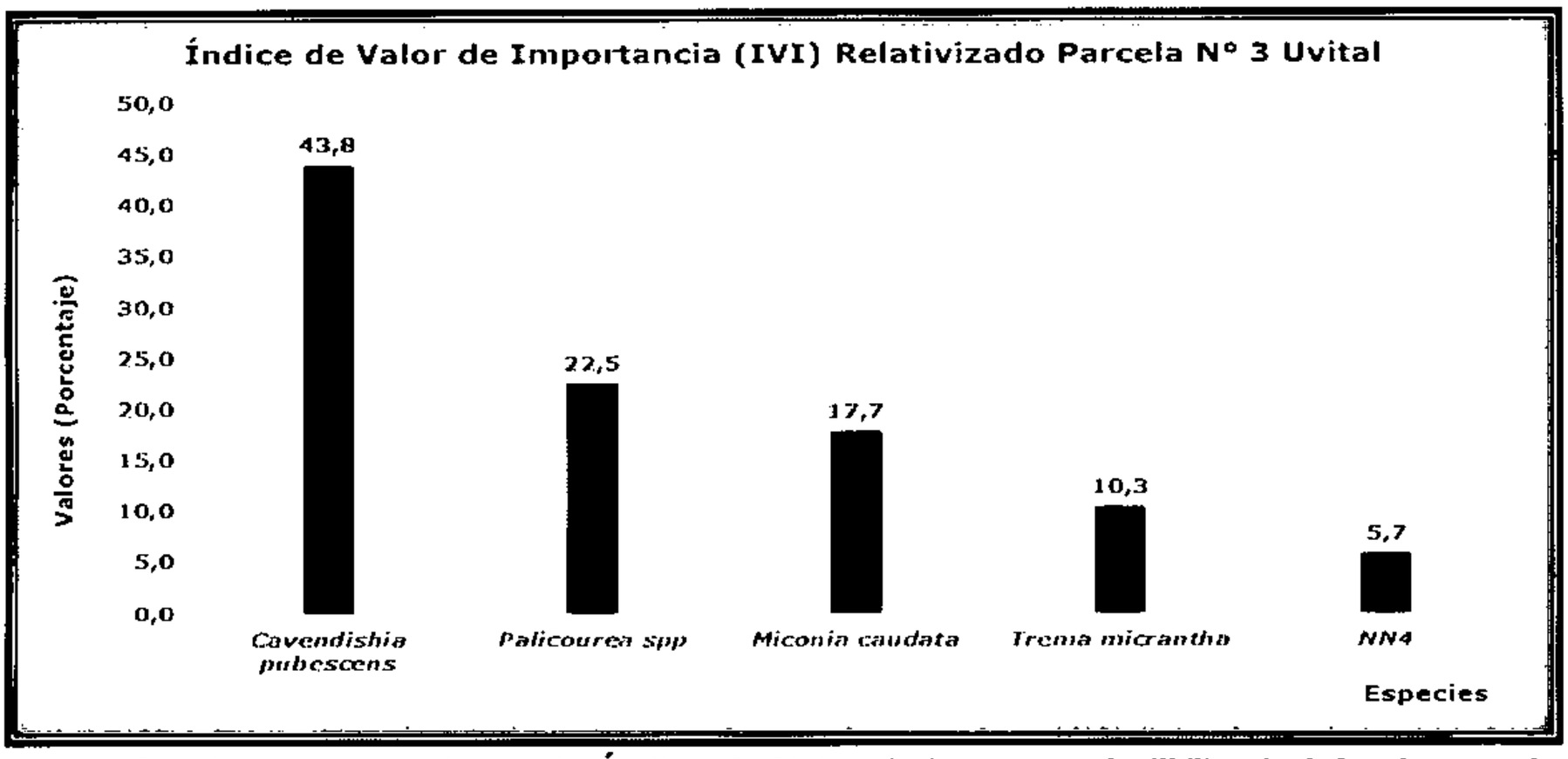


Ilustración 42 Comportamiento del Índice de Valor de Importancia (IVI) relativizado para las especies arbóreas presentes en la Parcela N° 3 (Uvital) durante el análisis de la flora en la arenera Los Builes, municipio de Bello-Antioquia.

Basados en los parámetros de área basal, índice de Shannon y densidad de individuos, se puede reconocer que las asociaciones descritas presentan estados diferentes de sucesión. El **Aguacatillal** es el que más avanzado se encuentra, al tener un mayor valor del índice de Shannon y un menor valor de la densidad: 2.07 y 425 Ind/ha respectivamente; le sigue en un estado intermedio el **Arrayanal** donde el índice de Shannon fue de 1.96 y la densidad 520 Ind/ha; mientras que el Uvital fue la asociación más joven con 1,40 y 1800 Ind/ha para los dos índices estimados.

Respecto al área basal, en el **Arrayanal** se obtuvo un mayor valor que en **Aguacatillal**, probablemente por encontrarse un mayor N° de individuos; ya en el **Uvital** esta es la más baja al estar en una fase de sucesión más temprana.

Tabla 37 Valores del Área Basal (m^2/ha), Índice de Shannon y Densidad (N° de individuos/ha) para las asociaciones vegetales registradas durante el análisis de la flora en la arenera Los Builes.

Asociación Vegetal	Área Basal	Índice de Shannon	Densidad (Ind/ha)
Aguacatillal	1,65	2,07	425
Arrayanal	2,03	1,96	520
Uvital	0,07	1,40	1800

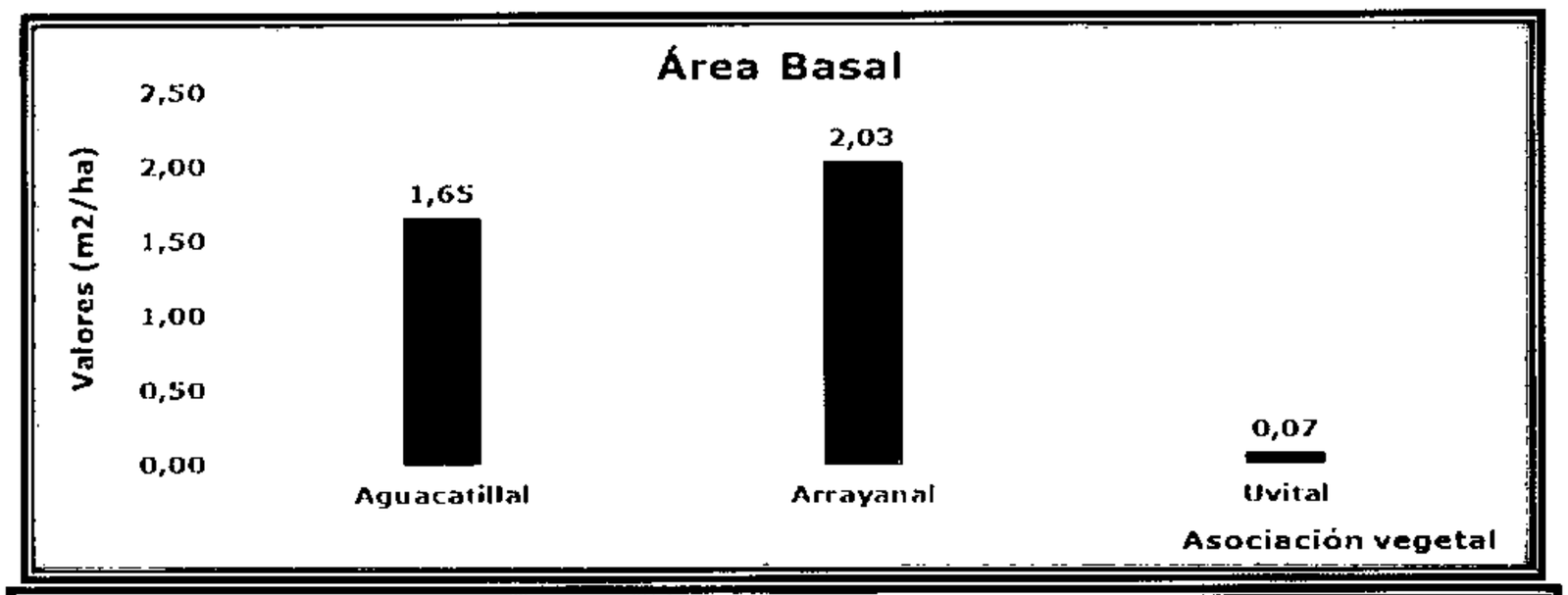


Ilustración 43 Cambios en los valores del Área Basal (m^2/ha), Índice de Shannon y de la Densidad (N° de individuos/ha) para las asociaciones vegetales registradas durante el análisis de la flora en la arenera Los Builes, municipio de Bello-Antioquia.

Esta descripción a nivel general de las fases de sucesión del bosque natural, están proporcionando una información de alta importancia a nivel de la flora, porque

demuestran claramente, que cuando no hay perturbaciones fuertes en el medio, por lo menos en esta zona de la arenera, el ecosistema todavía presenta los mecanismos naturales para recuperarse y tomar una ruta evolutiva propia de los bosques naturales de esta región.

Cuando se dice que existe una alta incertidumbre en la permanencia de esta área cubierta con bosque natural, tiene que ver con los efectos de este tipo de actividad minera, ya que sus principales impactos en el ecosistema natural se concentra en la remoción total de la cobertura vegetal y del suelo, causando la pérdida de diversidad biológica, fragmentación del ecosistemas, cambios en la dinámica de los nutrientes, erosión y alteración del microclima entre otras consecuencias (Goodman, 1974; Bradshaw, 1997).

11.3.6.1.2Fauna

La composición de la fauna silvestre (mamíferos, aves, reptiles y anfibios) en el terreno de la arenera los Builes se encuentra muy alterada, producto de la fuerte tensión que sufre por la actividad minera en estos terrenos. La transformación de este hábitat natural, el cual puede ser complejo y diverso, es un causante de la disminución de la fauna en este ecosistema.

11.3.6.1.2.1 Mamíferos

Según Gentleman *et al.*, (2001), los mamíferos se caracterizan por ser buenos indicadores del estado de conservación de los ecosistemas debido a su sensibilidad a las alteraciones causadas por el hombre o incluso a eventos naturales. Estos grupos cumplen un papel muy importante en el funcionamiento de los ecosistemas, ya que participan en diversos procesos como la dispersión de semillas, la herviboría y la polinización, además de actuar como depredadores y presas (Boddicker *et al.*, 2001).

11.3.6.1.2.1.1 Composición

De acuerdo al estudio realizado en el terreno de la arenera los Builes, se lograron identificar, relictos de vegetación que funcionan como corredores de vida silvestre para especies de mamíferos como: zorro cangrejero (*Cerdocyon thous*), guaga (*Cuniculus taczanowskii*), ñeque (*Dasyprocta punctata*), puerco espín (*Coendou rufescens*), conejo (*Sylvilagus brasiliensis*), comadreja (*Mustela frenata*), cusumbo (*Nasua nasua*), perro de monte (*Potos flavus*), ardilla (*Microsciurus mimulus*) y chucha (*Didelphis pernigra*), entre otros

Tabla 38 Familia y especies perteneciente a los mamíferos que fueron registradas en la arenera Los Builes, municipio de Bello.

Familia	N° Especies	Especie
Canidae	1	*Cerdocyon thous*
Cuniculidae	1	*Cuniculus taczanowskii*

Dasyproctidae	1	*Dasyprocta punctata*
Didelphidae	1	*Didelphis pernigra*
Erethizontidae	1	*Coendou rufescens*
Leporidae	1	*Sylvilagus brasiliensis*
Mustelidae	1	*Mustela frenata*
Procyonidae	2	*Nasua* y *Potos flavus*
Sciuridae	1	*Microsciurus mimulus*

Se reporta un total de 10 especies, correspondientes a 9 familias; siendo Procyonidae la más representativa con dos especies, las demás familias estuvieron representadas por solo una. De las 10 especies listadas como de posible presencia en la zona, se lograron observar de la familia Didelphidae y Procyonidae, las otras especies se determinaron por encuestas, a las comunidades aledañas del territorio de la arenera los Builes. La presencia de algunas familias como Procyonidae y Didelphidae, nos indican que el ecosistema está intervenido, ya que las especies de esta familia, son comunes encontrarlas en zonas perturbadas, bosques secundarios, áreas abiertas y muestran cierta flexibilidad para habituarse a lugares con algún tipo de alteración humana.

La fauna silvestre está directamente asociada a la disponibilidad de hábitat, en sus componentes de cantidad y calidad. Para este caso la disponibilidad de hábitat adecuado para la fauna presente en el terreno de la arenera los Builes, se concentra en su parte más alta, donde el ecosistema recupera ciertas características que le permiten a muchas especies de animales sobrevivir allí.

11.3.6.1.2.2 Grupos tróficos

Según Martínez (2008) las especies que son similares en sus atributos, en sus respuestas a disturbios, o que desempeñan un papel ecológico semejante conforman un grupo funcional.

En la **Tabla 29** se observa que la mayoría de mamíferos reportados para este estudio corresponden al gremio trófico Omnívoro en un 30%. Para el grupo trófico omnívoro, tenemos que estos organismos se alimentan tanto de animales como de plantas, son generalmente comedores oportunistas, generalistas y no están específicamente adaptados para comer y digerir ni material vegetal ni carne exclusivamente; esta característica particular les permite sobrevivir en ecosistema perturbados, como el terreno de la arenera los Builes en donde la intervención del ecosistema, no les impide poder vivir bajo esas condiciones, entre los cuales se encuentran el cusumbo (*N. nasua*), perro de monte (*P. flavus*), chucha (*D. pe*migra) y el zorro (*C. thous*).

Por otra parte tenemos el grupo trófico herbívoro cuyo porcentaje de participación es del 20%, en donde la presencia de estos organismos, radica en la disponibilidad del recurso

flora, el cual pueden ser pastos, arbustos, frutas, hojas, flores y semillas, entre otros. Son característicos de este hábito alimenticio *C. taczanowskii* y *S. brasiliensis*

Tabla 39. Grupos tróficos reportados para las especies de mamíferos encontrados en el estudio del terreno de la arenera los Builes.

Grupo Trófico	Familia	Especie	Grupos Tróficos
Herbívoro	Cuniculidae	*Cuniculus taczanowskii*	2
	Leporidae	*Sylvilagus brasiliensis*	
Depredador	Mustelidae	*Mustela frenata*	1
Frugívoro	Procyonidae	*Nasua y Potos flavus*	1
Frugívoro-Granívoro	Dasyproctidae	*Dasyprocta punctata*	2
	Erethizontidae	*Coendou rufescens*	
Insectívoro	Sciuridae	*Microsciurus mimulus*	1
Omnívoro	Canidae	*Cerdocyon thous*	3
	Didelphidae	*Didelphis pernigra*	
	Procyonidae	*Nasua* y *Potos flavus*	

Otro grupo de una buena participación fue el frugívoro-granívoro con un 20%, siendo representantes de este gremio *D. punctata* y *C. rufescens*, donde su alimentación depende fundamentalmente de frutos y semillas de las diferentes especies vegetales, en especial del área en donde el bosque se destaca por su presencia

La importancia ecológica de estas especies radica, en que estos son dispersores de semillas y con esto se garantiza el intercambio genético con un producto final de la recuperación del bosque natural hacia otras áreas disponibles.

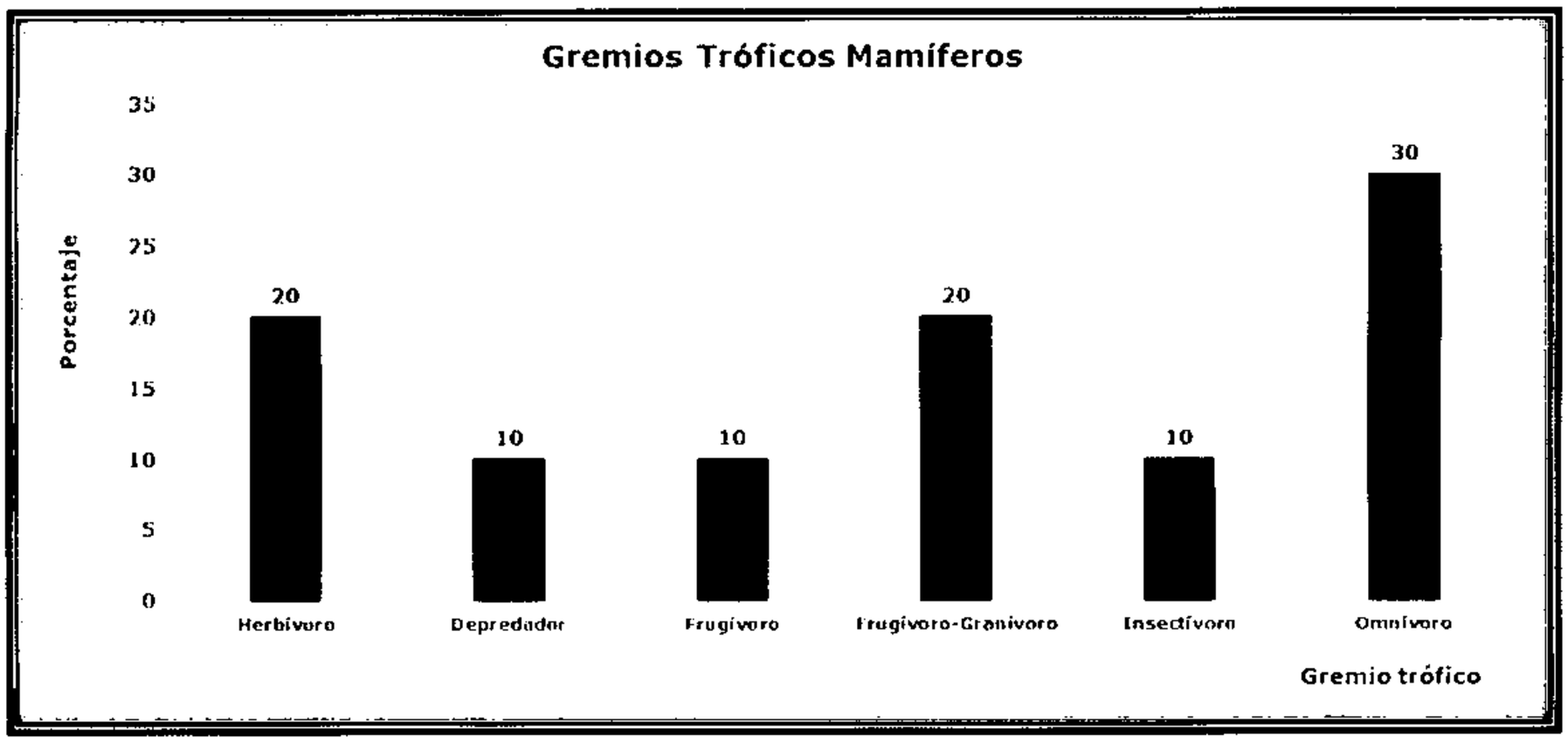


Ilustración 44 Grupos tróficos a los que pertenecen los mamíferos presentes en la arenera Los Builes, municipio de Bello, departamento de Antioquia-Colombia.

11.3.6.1.2.3 Hábitats

Según Martínez (1996) el hábitat se define como el lugar donde un organismo o grupo de organismos vive y como la suma total de características bióticas, geográficas, físicas y químicas del medio ambiente, proporciona las condiciones necesarias para que una especie de animal pueda sobrevivir y reproducirse.

De acuerdo a lo anterior, en la frecuencia de distribución de los mamíferos registrados en la arenera Los Builes, se encontró que cuatro (4) especies presentan una prelación por el bosque natural secundario correspondiendo esto a un 36.36% del total, de las que se destacan *S. brasiliensis* (conejo), *D. punctata* (ñeque), *D. pernigra* (chucha) y *P. flavus* (perro de monte)

Tabla 40. Distribución de las especies de mamíferos de acuerdo a las características del hábitat en terrenos de la arenera los Builes, municipio de Bello-Antioquia.

Tipo de hábitat	Código	N° Especies	Porcentaje
Áreas abiertas	AA	2	18.18
Áreas ganaderas	AG	1	9.09
Bosque natural primario	BNP	3	27.27
Bosque natural secundario	BNS	4	36.36
Bosque perturbado	BP	1	9.09
	Total	**11**	**100.0**

Es de resaltar, que un 27.27% de los mamíferos encontrados en terrenos de la arenera, son reportados también para bosques naturales primarios, correspondiendo a las especies *C. rufescens* (erizo) y *M. mimulus* (ardilla)

A nivel global, un 72.72% de los mamíferos registrados en el área de la arenera, presentan afinidad por áreas abiertas, áreas ganaderas, bosques perturbados y bosques secundarios, esto significa que existe una estrecha concordancia de la presencia de estas especies con el estado del hábitat en el área analizada, al corresponder en un 75% del área a un hábitat degradado y un 25% a un hábitat que tiene una mayor capacidad de porte, al presentar elementos propios de una cobertura vegetal natural.

De las especies con alta conexión con sitios abiertos y áreas de vegetación secundaria tenemos a *C. taczanowskii* (guagua negra), *Sylvilagus brasiliensis* (conejo silvestre), *Microsciurus mimulus* (ardilla), *Didelphis pernigra* (chucha o zarigüeya orejiblanca andina) y *Potos flavus* (perro de monte), todos ellos de vital importancia para la regeneración del bosque por mecanismos biológicos.

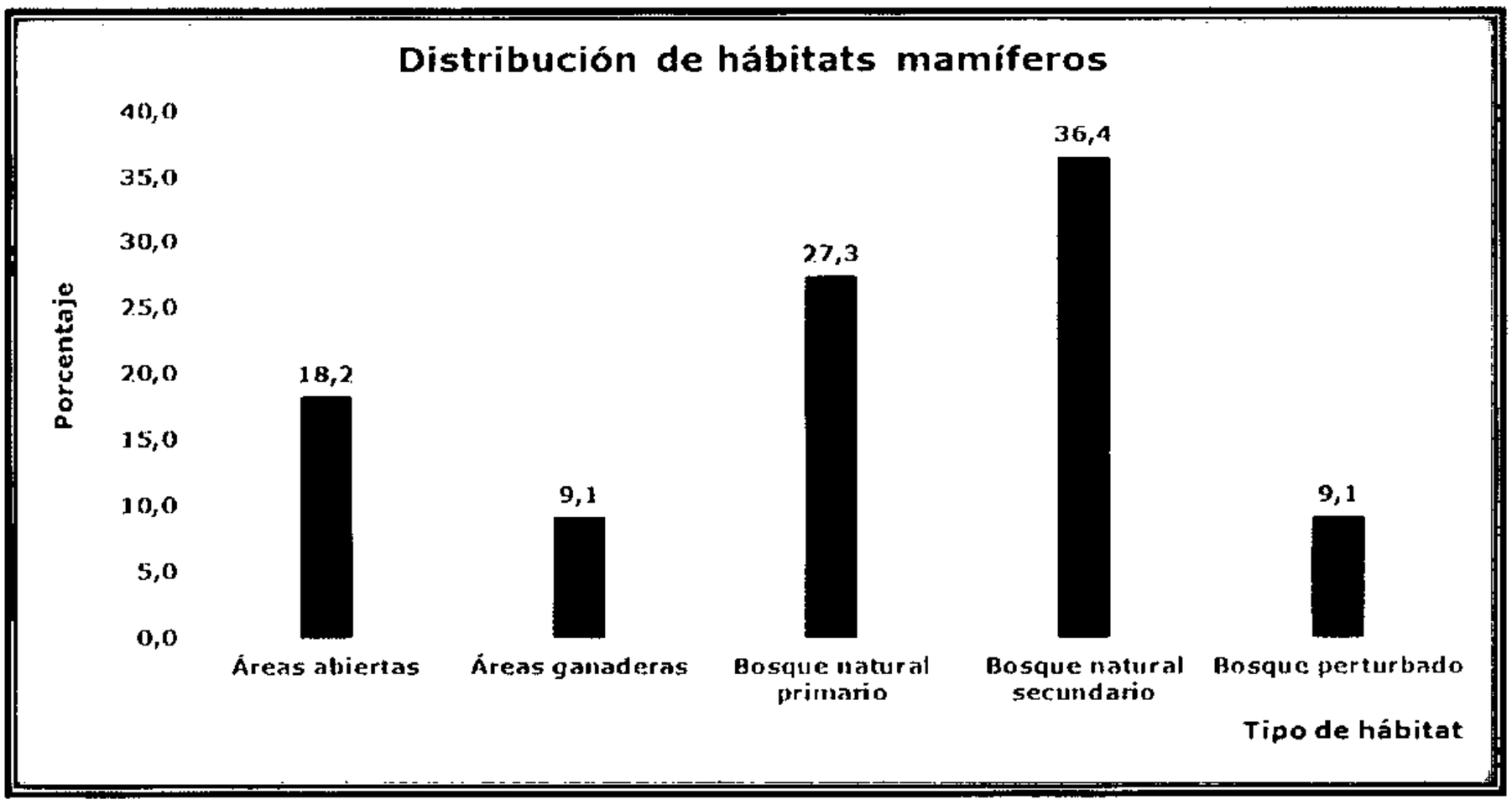


Ilustración 45Preferencia de hábitats por parte de las especies de los mamíferos presentes en la arenera Los Builes, municipio de Bello, departamento de Antioquia-Colombia.

Muy importante resaltar, que la mayoría de las especies reportadas en este análisis están confinadas en el bosque natural secundario de la parte alta occidental asociado al frente de explotación actual, convirtiéndose esta área de vital trascendencia, al ser el único fragmento de hábitat disponible para que los mamíferos puedan persistir en el tiempo, y ser propágulos de dispersión para otras áreas anexas de bosques montanos y premontanos en esta región.

11.3.6.1.2.4 Aves

Las aves son indispensables para mantener la salud de los ecosistemas, controlan plagas y vectores de varias enfermedades al consumir enormes cantidades de insectos y roedores, facilitan la descomposición y el reciclaje de los nutrientes al alimentarse de carroña, polinizan las flores y dispersan las semillas de muchas especies de plantas (Berlanga *et al*, 2010).

11.3.6.1.2.5 Estructura numérica a nivel de familia

Entre las observaciones de campo, entrevistas a los habitantes y literatura secundaria se registra 53 especies de aves en total (**Tabla 11**), todas estas en su gran mayoría con una preferencia por hábitats cuyas principales atributos son áreas abiertas como potreros, bordes de bosque, áreas perturbadas y con cierta afinidad con centros poblados.

Tabla 41 Diferentes especies de aves presentes en la arenera los Builes, municipio de Bello-Antioquia. Fuente: literatura, entrevistas a los habitantes de la región y observaciones de campo.

Familia	Especie	Fuente			
		Nombre Común	Literatura	Entrevistas	Campo
Accipitridae	*Buteo nitidus*	gavilán saraviado			X
	Buteo platypterus	gavilán aliancho	X	X	
	Buteo magnirostris	gavilán pollero	X	X	
Ardeidae	*Bubulcus ibis*	garza del ganado			X
Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	gallinaciega			X
Cardinalidae	*Piranga rubra*	tangara			X
Cathartidae	*Coragyps atratus*	gallinazo			X
	cathartes aura	gallinazo			X
Cerylidae	*Chloroceryle americana*	martin pescador	X	X	
Charadriidae	*Vanellus chilensis*	caravana	X	X	
Columbidae	*Columbina talpacoti*	torcasa			X
	Columbina talpacot	tortolita rojiza			X
	Patagioenas fasciata	tórtola collareja	X	X	
	Zenaida auriculata	torcaza aliblanca			X
Corvidae	*Cyanocorax yncas*	carriquí			X
Cracidae	*Chamaepetes goudotii*	pava chillona			X
	Ortalis motmot	guacharaca			X
Cuculidae	*Crotophaga ani*	garrapatero común			X
	Piaya cayana	cuco ardilla	X	X	
Emberizidae	*Arremonops conirostris*	pinzón conirrostro			X
	Sicalis flaveola	canario			X
	Sporophila nigricollis	espiguero			X
	Zonotrichia capensis	copetón			X
Falconidae	*Caracara cheriway*	caracará	X	X	
	Falco sparverius	cernícalo americano	X	X	
Hirundinidae	*Hirundo rustica*	golondrina			X
Jacanidae	*Jacana*	gallito de ciénaga	X	X	
Mimidae	*Mimus gilvus*	sinsonte	X	X	
Momotidae	*Momotus subrufescens*	barranquero			X
Picidae	*Melanerpes rubricapillus*	carpintero habado			
	Campephilus melanoleucos	carpintero			X
Psittacidae	*Brotogeris jugularis*	periquito bronceado	X	X	
	Forpus conspicillatus	periquito de anteojos	X	X	

Familia	Especie	Fuente			
		Nombre Común	Literatura	Entrevistas	Campo
Strigidae	*Ciccaba nigrolineata*	búho carinegro	X	X	
	Megaspcops choliba	currucutú común	X	X	
Thraupidae	*Tangara cyanicollis*	tángara real	X	X	
	Tangara vitriolina	tángara rastrojera	X	X	
	Thraupis episcopus	azulejo			X
	Thraupis palmarum	azulejo palmero	X	X	
Trochilidae	*Chlorostilbon mellisugus*	colibrí esmeralda			X
Troglodytidae	*Microcerculus marginatus*	cucarachero			X
	Vanellus chilensis	cucarachero			X
Turdidae	*Turdus merula*	mirla negra			X
	Turdus ignobilis	mayo			X
Tyrannidae	*Contopus cinereus*	atrapamoscas			X
	Elaenia flavogaster				X
	Machetornis rixosa	siriri			X
	Myiodynastes maculatus	atrapamoscas			X
	Myiozetetes cayanensis		X	X	
	Pitangus sulphuratus	bichofué			X
	Pyrocephalus rubinus	pechirrojo			X
	Sayornis nigricans	gallinacito			X
	Tyrannus melancholicus	siriri			X

En total se encontraron 25 familias, en las que se puede apreciar la dominancia de Tyrannidae con un 17% (9 especies), esto puede deberse a la preferencia de este tipo de aves por áreas abiertas como potreros y cercas vivas, al igual que en bordes de bosques principalmente. Le siguen en orden de importancia Emberizidae y Columbidae con un 7.5% (4 especies), donde muchas de las especies de estas dos familias también frecuentan zonas alteradas.

También con un 7.5% se encontró la familia Thraupidae con 4 especies, dos del género Tangara y dos del género Thraupis, estas aves se caracterizan por estar dotados de colores brillantes, con una distribución geográfica en zonas tropicales de América central y América del Sur.

Los tangaras son pájaros de talla media (de 10 a 23 cm, aunque la mayoría de las especies miden 13-14 cm), el pico es robusto, y a veces termina en un pequeño gancho que les permite desgarrar las bayas y los frutos que tanto les gustan, prefiriendo

saborear las bayas y los frutos en pequeños bocados para extraer mejor su dulce jugo. Son pájaros "masticadores" (Guy Barat, mundoexotics.com › Reportajes).

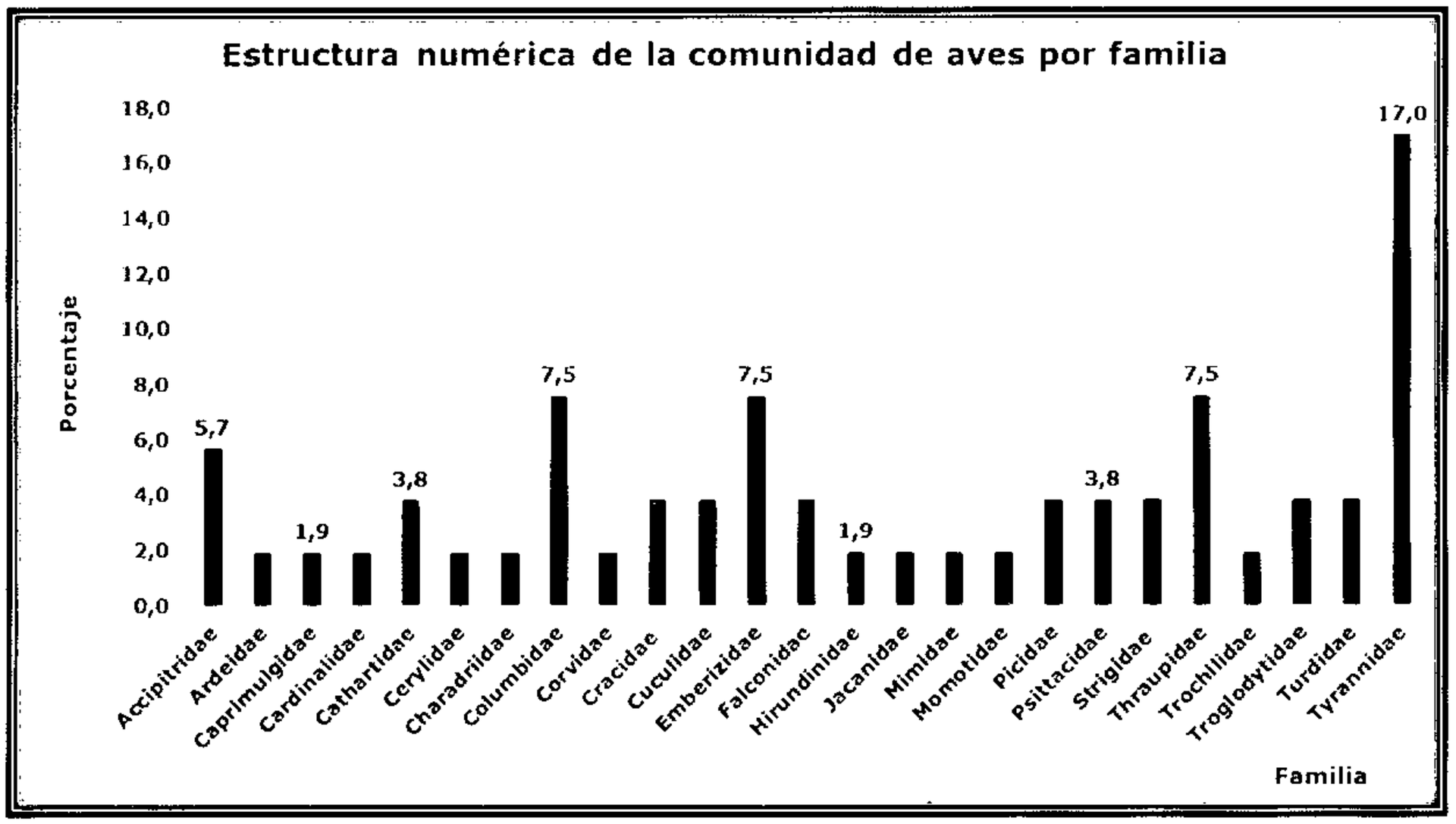


Ilustración 46 Estructura numérica teniendo en cuenta la familia de la comunidad de aves, presentes en la arenera Los Builes, municipio de Bello, departamento de Antioquia-Colombia.

Debido a su modo de alimentación en gran parte frugívora, los tangaras han colonizado todas las zonas boscosas desde las llanuras hasta los pequeños macizos montañosos (tangaras de las montañas) a una altitud de 500-3200 metros o más. Del mismo modo podemos precisar que estos pájaros, al expulsar las semillas no digeridas de los frutos a gran distancia son la causa del crecimiento de bosques en algunas zonas que a su vez se convierten en una reserva de alimento. Por otra parte contribuyen a la instalación de plantas epifitas (que crecen en las cavidades de los árboles o encima de sus ramas) (Guy Barat, mundoexotics.com › Reportajes).

Otra familia importante fue Accipitridae que con tres especies alcanzó un 5.7% (*Buteo nitidus*, *Buteo platypterus* y *Buteo magnirostris*) en su mayoría águilas y gavilanes, todos estos depredadores.

Su presencia puede estar significando que existe una buena disponibilidad de presas, como ratones, aves pequeñas, conejos y serpientes.

Las restantes familias, que en conjunto sumaron un 80% fueron de baja presencia en el número de especies en el área de estudio, entre las cuales se encuentran Psittacidae, Strigidae, Troglodytidae, Ardeidae, Caprimulgidae, Cardinalidae, Cerylidae, Charadriidae, Corvidae, Hirundinidae, Jacanidae, Mimidae y Momotidae

11.3.6.1.2.5.1 Hábitats

Un indicador claro del estado del ambiente en la arenera Los Builes, es la distribución de las diferentes especies de aves en los hábitats disponibles, como son las **Áreas Abiertas (AA)** definidas como potreros, cercas vivas, fincas y cultivos; **Bosque Secundario (BS)**, en su mayor parte el área con vegetación natural en proceso de sucesión secundario sin intervención antrópica; **Bosque Natural Intervenido (BNI)**, el que se define como un bosque que ha sido intervenido por actividades antrópicas, y **Ecosistemas Acuáticos (EA)** referido a quebradas, lagos, lagunas.

Al tener una avifauna cuya característica principal es la de tener una proximidad a tipos de hábitats de **AA** en un 62.26%, se puede deducir que la condición ambiental del área analizada, es la de un ecosistema degradado donde predominan lugares con pastos, cultivos, cercas vivas, fincas y rellenos de material mineral.

Entre las principales especies típicas de esta clase de hábitat podemos citar *Tyrannus melancholicus* (siriri), *Coragyps atratus* (gallinazo), *Columbina talpacoti* (torcasa), *Vanellus chilensis* (caravana), *Columbina talpacoti* (torcasa), *Myiozetetes cayanensis*, *Pitangus sulphuratus* (bichofué), *Pyrocephalus rubinus* (pechirrojo), *Hirundo rustica* (golondrina), *Turdus merula* (mirla negra), *Mimus gilvus* (sinsonte), *Bubulcus ibis* (garza del ganado), *Forpus conspicillatus* (Periquito de anteojos) y *Crotophaga ani* (garrapatero común) (**Tabla 11**).

Tabla 42. Distribución de las especies de aves de acuerdo a las características del hábitat en terrenos de la arenera los Builes.

Tipo de hábitat	Código	N° especies	Porcentaje
Áreas Abiertas	AA	33	62,26
Bosque Secundario	BS	15	28,30
Bosque Natural Intervenido	BNI	2	3,77
Ecosistemas Acuáticos	EA	3	5,66

Un segundo grupo de aves se relaciona con la categoría de **BS**, quienes obtuvieron un 28.30%

Si bien es coincidencia, el área calculada de bosque secundario en la arenera es del 25%, indicando esto que existe un paralelismo entre la riqueza de especies y la cobertura vegetal que puede albergar las aves con habilidades para frecuentar esta clase de vegetación. Si bien, la mayoría de especies son de bosque secundario como *Ciccaba nigrolineata* (búho carinegro), *Nyctidromus albicollis* (gallinaciega), *Chamaepetes goudotii* (pava chillona), *Patagioenas fasciata* (tórtola collareja), *Momotus subrufescens* (barranquero), *Contopus cinereus* (*Atrapamoscas tropical*) y *Arremonops conirostris* (pinzón conirrostro); otras pueden estar en el borde de los fragmentos o incluso en áreas

abiertas, entre las que se pueden mencionar *Buteo platypterus* (gavilan aliancho), *Buteo magnirostris* (gavilán pollero), *Melanerpes rubricapillus* (carpintero habado), *Campephilus melanoleucos* (carpintero), *Elaenia flavogaster* y *Sicalis flaveola* (canario)

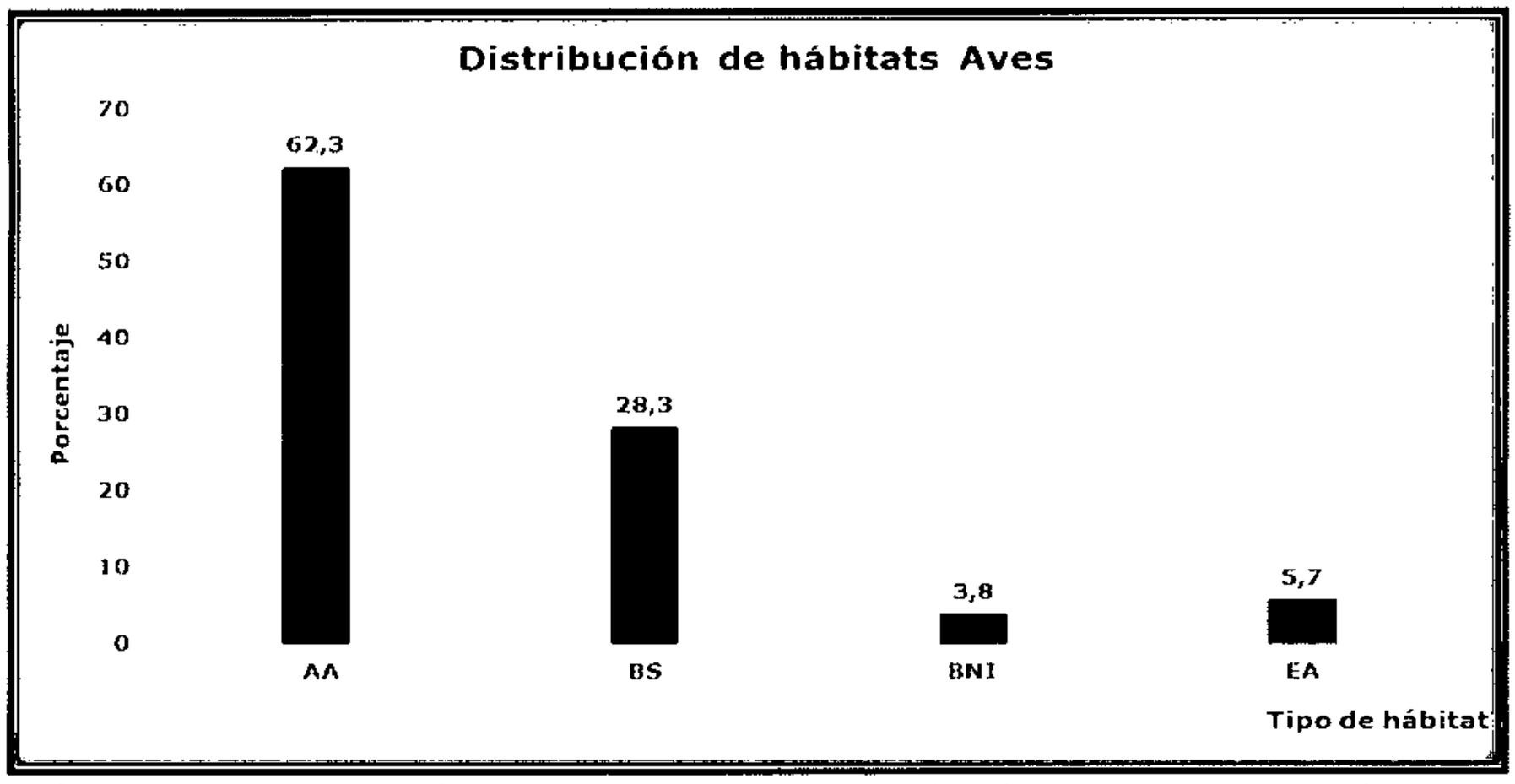


Ilustración 47 Preferencia de hábitats por parte de las especies de aves presentes en la arenera Los Builes, municipio de Bello, departamento de Antioquia-Colombia.

Con un porcentaje muy bajo, se tienen aquellas aves con prelación por **BNI** que presentaron un 3.8%, representadas por *Sporophila nigricollis* (espiguero) y *Ortalis motmot* (guacharaca), acompañadas por las de **EA**, vistas en las quebradas y pequeñas charcas correspondiendo a *Jacana* (Gallito de ciénaga), *Chloroceryle americana* (martín pescador chico) y *Sayornis nigricans* (gallinacito).

El sumatorio total para las aves de áreas abiertas y bosques secundarios es del 90.57%, dejando este resultado al descubierto, la realidad del hábitat al interior de la arenera; es decir el ecosistema como tal se encuentra muy alterado y sometido a fuertes tensiones, por esto la avifauna presenta como principal característica soportar condiciones difíciles en el hábitat.

11.3.6.1.2.5.2 Estructura trófica

La estructura de la comunidad de aves pueden medirse y describirse según la presencia de grupos tróficos y estos varían ampliamente en cuanto a la diversidad y abundancia de especies a lo largo del año (Alderete, 2010).

De acuerdo a la distribución de las diferentes especies de aves registradas en la arenera Los Builes, en los ocho (8) gremios tróficos encontrados, tenemos que un 67.9% de estas (equivalente a 36 especies) se agrupan en el gremio insectívoro, al tener como fuente de alimento principal insectos, las que a nivel taxonómico de familia pertenecen en

su mayoría a Tyrannidae y Thraupidae. Aunque el grupo principal es el insectívoro, todas no son estrictamente insectívoras, algunas son también frugívoras, granívoras, carnívoras y nectívoras.

Entre las principales especies insectívoras en la arenera tenemos *Contopus cinereus*, *Hirundo rustica, Machetornis rixosa, Microcerculus marginatus, Myiodynastes maculatus, Nyctidromus albicollis, Piaya cayana, Pyrocephalus rubinus y Sayornis nigricans*; además de insectívoras son frugívoras *Myiozetetes cayanensis, Piranga rubra, Pitangus sulphuratus, Tangara cyanicollis, Tangara vitriolina, Thraupis episcopus, Thraupis palmarum, Turdus ignobilis, Turdus merula, Tyrannus melancholicus, Zonotrichia capensis y Chloroceryle americana*.

Tabla 43 Grupos tróficos en los que se distribuyen las especies de aves registradas en la arenera los Builes municipio de Bello-Antioquia.

Gremio trófico	Código	N° Especies	Porcentaje
Insectívoro	IN	36	67,9
Granívoro	GR	5	9,4
Omnívoro	OM	1	1,9
Carroñero	CA	2	3,8
Depredador	DE	4	7,5
Frugívoro	FR	2	3,8
Herbívoro	HE	2	3,8
Nectarívoro	NE	1	1,9

Los bosques en fases iniciales de sucesión, presentan una oferta muy variada de insectos, por esto el gran auge de las aves insectívoras en la zona alta de la arenera, las que van disminuyendo en dirección hacia las áreas bajas. Esta situación refleja como las características del hábitat tienen influencias importantes sobre las aves, bien sea por la disponibilidad de perchas para cantar, la distribución y abundancia del alimento, por la cobertura contra predadores y de sitios para nidificar.

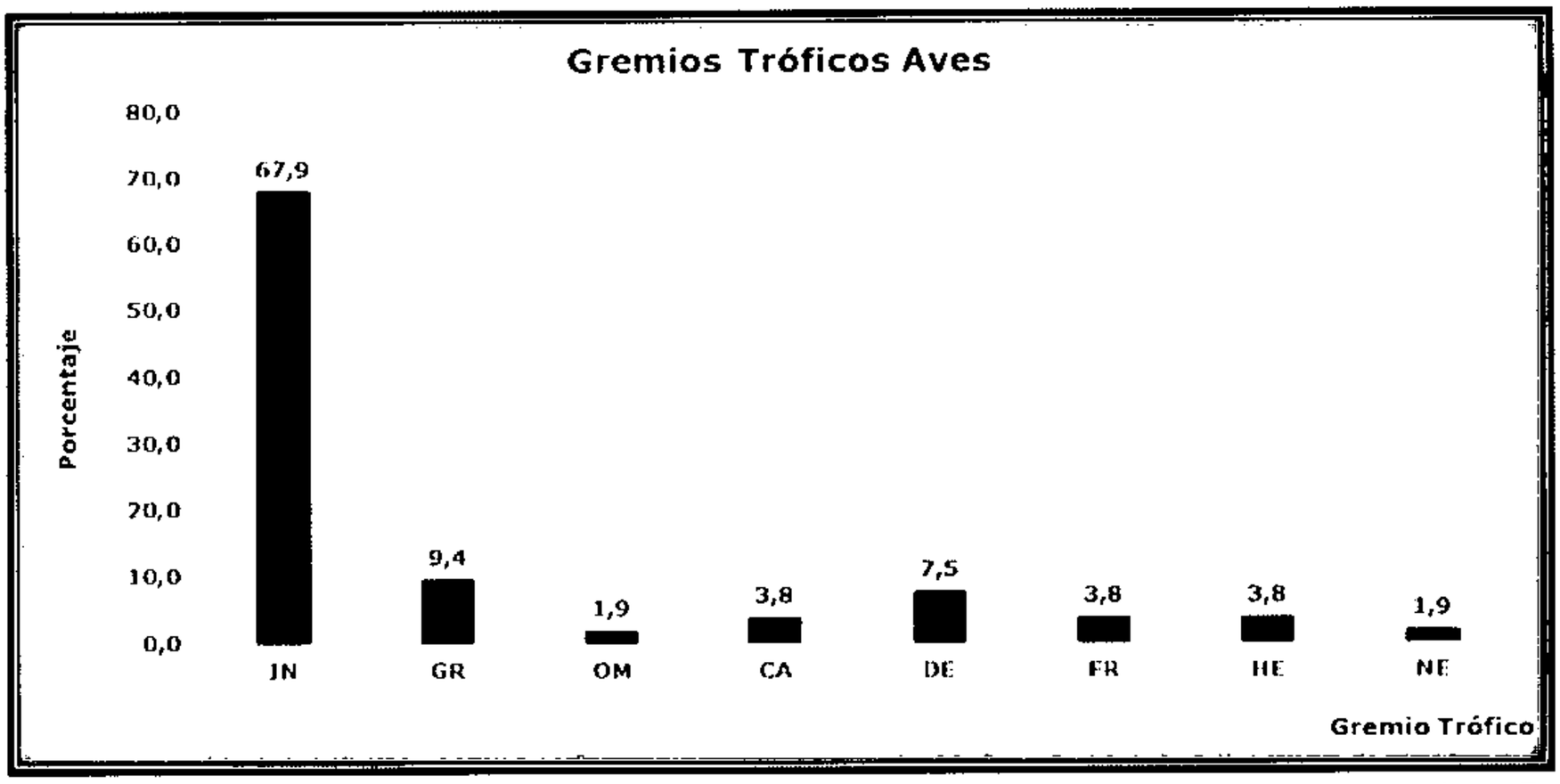


Ilustración 48 Grupos tróficos a los que pertenecen las aves presentes en la arenera Los Builes, municipio de Bello, departamento de Antioquia-Colombia.

Un segundo grupo trófico muy importante fueron las aves granívoras, que son un 9.4% del total (equivalente a 5 especies), conformada por *Columbina talpacoti, Zenaida auriculata, Brotogeris jugularis y Sporophila nigricollis*. Este tipo de aves se alimentan de semillas básicamente, los que según Martínez-Ramos (2008) se relacionan de manera antagónica con las especies vegetales ya que funcionan, generalmente, como verdaderos depredadores (es decir, matan las semillas), función de depredación que puede ser un factor de regulación para el crecimiento de las poblaciones de plantas y de la biomasa vegetal.

Las especies *Caracara cheriway, Falco sparverius, Buteo magnirostris* y *Buteo platypterus* pertenecen al grupo trófico de los depredadores, siendo un 7.5% de la comunidad.

Estas aves poseen una buena visión, garras fuertes, y un fuerte pico curvado para desgarrar la carne; por esto su función ecológica radica en regular las poblaciones de aves, mamíferos, reptiles y anfibios.

Entonces el 85% de las aves de la arenera se concentran en los insectívoros, granívoros y depredadores; en el restante 25% son omnívoros, carroñeros, frugívoros, herbívoros y nectarívoros.

Con todo esto se puede decir, que el hábitat de bosque secundario es un área fundamental para mantener la diversidad de aves en esta región del valle de Aburrá.

11.3.6.1.3Herpetofauna

Durante el trabajo de campo, no se registró observaciones directas de reptiles ni de anfibios en el área de análisis.

Según versión de habitantes de la zona, existe la presencia de reptiles en una proporción muy baja, solo relacionan Serpientes (Squamata) de las familias Colubridae y Elapidae.

La familia colubridae acoge a las serpientes delgadas y en la mayoría de los casos mas no en todos a serpientes pequeñas conocidas por la mayoría de la gente como culebras. De esta familia según personas de la zona, basados en el libro Guía Ilustrada Anfibios y reptiles Cañón del río Porce (Suárez y Álzate, 2014), se han visto individuos de color verde llamadas comúnmente cazadoras y que probablemente pertenecen al género Chironius o Leptophis.

Respecto a la familia Elapidae, se habla de individuos relacionados con las corales. No obstante como no fue posible tener registros visuales, las personas de la zona observando el libro Guía Ilustrada Anfibios y reptiles Cañón del río Porce (Suárez y Álzate, 2014), sostienen que han observado en el área de bosque secundario por encima de la explotación actual, individuos de los géneros Erythrolamprus o Micrurus.

En cuanto a la Clase Amphibia (Anfibios) del Orden Anura, en los recorridos nocturnos se pudo constatar sonidos relacionados con ranas en pequeños charcos de la zona alta de la arenera; mientras que en los muestreos diurnos, no se encontró ningún individuo, resultado que conduce a hipotetizar que la presencia de este grupo de fauna tiende a ser muy bajo.

11.4 MEDIO SOCIAL

11.4.1 Actividad económica del municipio

Las principales actividades económicas se relacionan con textiles, concentrados, comercio organizado, comercio informal, explotación de areneras y canteras, en el área urbana. El área rural se dedica a la agricultura y ganadería en menor escala.

Las principales actividades económicas se relacionan con textiles, concentrados, comercio organizado, comercio informal, explotación de areneras y canteras, en el área urbana. El área rural se dedica a la agricultura y ganadería en menor escala.

Tanto la industria como el comercio han sido actividades económicas representativas en el municipio por su trayectoria y participación en el crecimiento económico.

La actividad económica del municipio de Bello está representada en los siguientes sectores de acuerdo con sus niveles de participación:

Actividad Industrial

- Textiles 18.30%
- Madera, papel y editorial, Productos químicos, carbón, caucho, productos minerales y no metales 16.92%
- Otras industrias no específicas 14.85%
- Industrias metálicas básicas maquinaria y equipo 12.60%

Actividad Comercial

- Comercio al por menor (Incluye produc. agrícolas) 61.51%
- Hotelería y alojamiento 26.14%
- Transporte, almacenamiento y comunicaciones 9.60%
- Comercio al por mayor 2.19%
- Construcción 0.78%

11.4.2 Población

La población estimada del municipio de Bello según la encuesta de Calidad de Vida 2009 expandida del Municipio de Bello es de 404.844 Habitantes de los cuales 195.456 son hombres y equivalen al 48% de la población y 209.388 son Mujeres y equivalen al 52% de la población como se muestra en el siguiente gráfico:

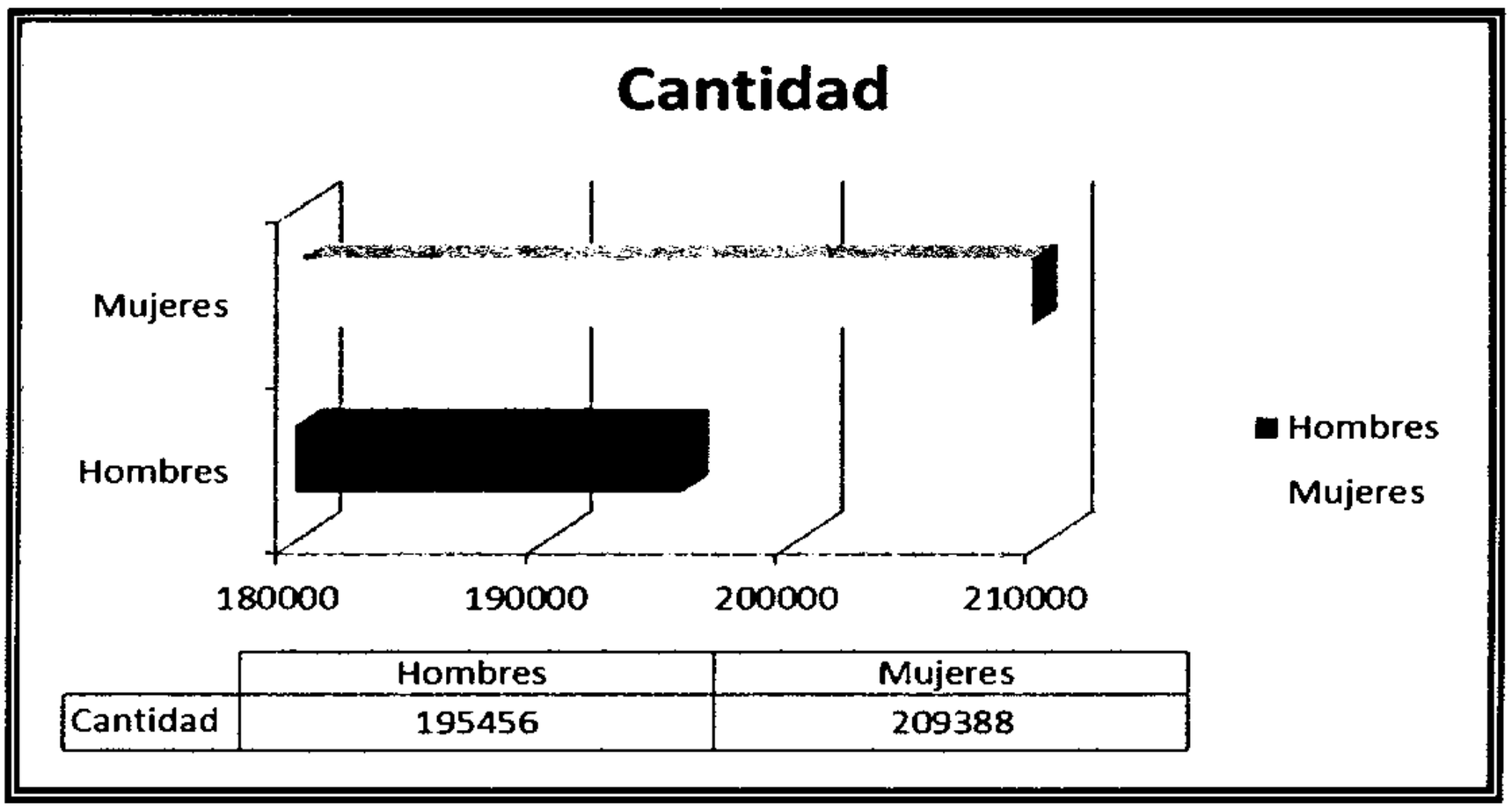


Ilustración 49 Población de hombres y mujeres municipio de Bello (Secretaria de Planeación Bello, Encuesta de calidad de Vida expandida, 2009)

Las privilegiadas condiciones del Municipio, sumadas al fenómeno migratorio producido por la violencia política nacional, arrojaron como resultado un brusco proceso de superpoblación desde la década de los cincuenta hasta nuestros días.

La limitada capacidad económica del municipio, su insuficiente equipamiento urbano, la falta de planeación y el profundo impacto socio-económico, cultural y ambiental causado por el desmesurado e indiscriminado poblamiento, le determinaron a la ciudad en gran medida una profunda crisis social, agudizada por fenómenos como el narcotráfico y la convulsión política.

La ciudad de Bello cuenta con una población de 349.364 habitantes, de los cuales un 97.9% están ubicados en la cabecera municipal, con una densidad de 10.991 habitantes por Km2, que denota la presencia de hacinamiento por concentración poblacional.

El 84.26% del territorio lo abarca su zona rural, con un área de 125,5 Km2.

11.4.3 Caracterización socio económica

Según el acuerdo municipal No.017 del 26 de Noviembre de 2016, el presupuesto global del Municipio de Bello para 2.017 fue de trecientos cincuenta nueve billones setecientos setenta tres millones setecientos sesenta y un mil trecientos cuarenta pesos ($359.773.761.340)

Distribuidos así

Tabla 44 Presupuesto de ingresos municipio de bello para el año 2017

Descripción	Recaudo proyectado	Porcentaje (%)
Ingresos corrientes	136011010224	37.80%
Transferencias	221314414576	61.51%
Recursos de capital	2448336540	0.68%
Total presupuesto de ingresos	359.773.761.340	100%

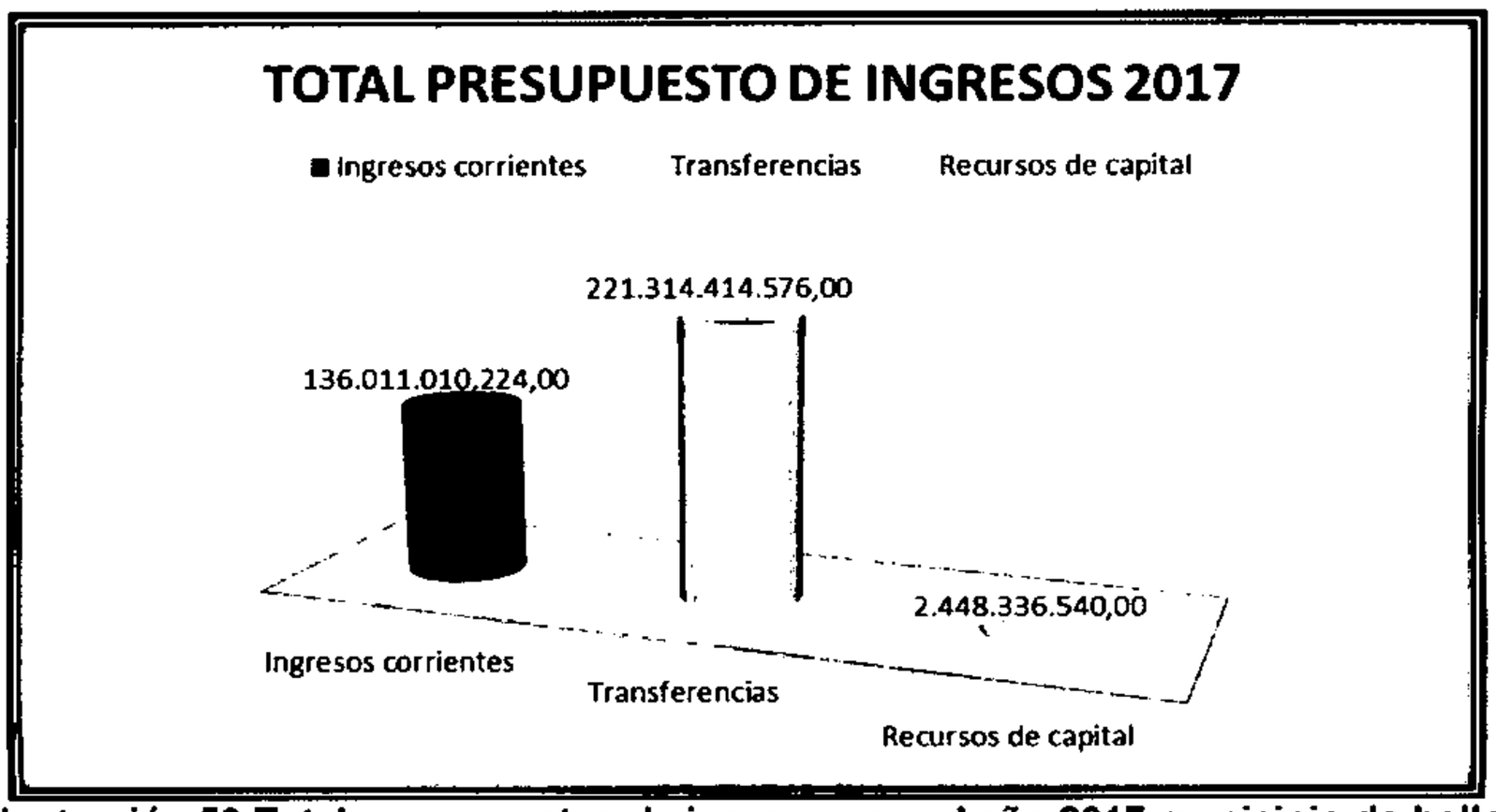


Ilustración 50 Total presupuestos de ingreso para el año 2017 municipio de bello

El ingreso per cápita en el Municipio se calcula entre 1 y 1,5 salarios mínimos], distribuyéndose su población por estratos socio-económicos así:

- 49.6% estrato 2
- 46.0% estrato 3
- 4,4% estrato 1
- 0,4% estrato 4

12. POLÍTICA AMBIENTAL

12.1 OBJETIVO

Orientar la planeación, organización, asignación, dirección y control de todas las actividades relacionadas con la gestión ambiental al interior de la Arenera Builes y cia, encaminadas al mejoramiento continuo de la gestión ambiental,

12.2 COMPROMISOS

- Cumplir con la legislación y reglamentación ambiental vigente, así como de satisfacer otros requisitos adquiridos voluntariamente.
- Prevenir, controlar y minimizar los impactos ambientales de las actividades de la empresa, relacionados con aspectos ambientales tales como: generación de residuos sólidos, emisiones atmosféricas, consumo de agua, entre otros.
- Formular programas que fortalezcan la gestión ambiental de la industria en pro de la mejora continua, promoviendo la participación de los empleados de la empresa
- Establecer anualmente objetivos y metas ambientales que permitan el óptimo desarrollo de los programas formulados y evaluar el avance respecto a años anteriores.
- Comunicar y capacitar a los empleados de la empresa, sobre las directrices de esta política.

12.3 ALCANCE

Esta política contempla los lineamientos para el manejo sustentable de la empresa Arenera de Materiales Tulio Ospina, mediante el trabajo sistémico de las directivas y sus trabajadores Está encaminada a mejorar el desempeño ambiental de esta, fundamentado en la relación sociedad-ambiente. El ejercicio ambiental entendido como el propósito de administrar eficientemente los recursos para alcanzar las metas y objetivos que contribuyen a lograr la misión empresarial.

Para el desarrollo de la política ambiental, se contempla un conjunto de subsistemas que ejecutan acciones integralmente, en pro de la reducción de los impactos ambientales que la empresa genera al entorno, en el marco de los recursos naturales y humanos. Así mismo, busca optimizar y mejorar la eficiencia en la administración de los procesos que se encuentran involucrados en cada uno de éstos.

Dado lo anterior y con el fin de prevenir, mitigar, controlar, compensar y/o restaurar las afectaciones al medio físico, biótico y social ocasionado durante la operación de las actividades propias de la recuperadora, se implementara el Sistema de Gestión Ambiental.

12.4 SISTEMA DE GESTION AMBIENTAL

El Sistema de Gestión ambiental es el conjunto de programas de manejo ambiental dirigidos a generar una mayor eficiencia en los procesos, de forma que provea el ahorro de los recursos y materias primas, y su vez, un ambiente sano y seguro para los trabajadores de la empresa.

Para Para la elaboración de los programas de manejo ambiental se realizó la Identificación de y la Valoración de Impactos Ambientales

13. EVALUACIÓN AMBIENTAL ANÁLISIS DE IMPACTOS

13.1 IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES CON PROYECTO

Antes de iniciar la evaluación ambiental, se deben identificar y describir las actividades que se desarrollan actualmente en la Arenera, con el fin de tener claro su alcance, y así lograr establecer su afectación a los diferentes componentes del medio.

Cabe resaltar que la Arenera los Builes ha venido realizando la actividad minera por un periodo superior a los 20 años y por lo tanto el proceso de identificación y evaluación de los impactos solo se realizara con proyecto, pues únicamente es posible determinar el estado actual de este (con actividad minera) y su tendencia sería igual (con actividad minera), dado lo anterior solo se analizaran los impactos que se generan en las etapas de operación, restauración y abandono, puesto que la fase de construcción ya se llevó a cabo (infraestructuras y vías)

Dado lo anterior las actividades identificadas son las siguientes:

- Construcción de la vía de acceso o rampa de ingreso al frente de explotación
- Descapote
- Arranque o extracción del material

- Acopio Provisional
- Transporte de la pulpa acuosa
- Acopio de material limpio
- Despacho
- Disposición de materiales inertes
- Restauración y abandono

13.2 METODOLOGÍA

13.2.1 Identificación de los factores del ambiente

Teniendo como base los resultados de la caracterización del área de influencia directa, se identifican, para los medios físico, biótico y social, los componentes y factores que se consideran susceptibles de alteración durante el desarrollo de las actividades, considerando las condiciones externas con respecto al desarrollo local y regional, dinámica económica y preservación y conservación de los recursos naturales.

13.2.2 Identificación de los impactos

Para cada una de las actividades que se realizan en el proceso de beneficio de la arena, se identificaran los impactos para cada uno de los medios (físico, biótico, social y en el paisaje), componentes y factores.

13.2.3 Calificación y valoración de los impactos

Este análisis comprende dos partes, la primera es la forma de calificar los impactos generados sobre el entorno natural del Título Minero de la Arenera Los Builes, teniendo en cuenta el área de influencia, mientras que la segunda parte comprende la valoración de los impactos.

13.2.4 Calificación de los impactos

El método para calificar los impactos siguió los lineamientos presentes en Conesa-Fernández y Vítora (2010) y se describe a continuación:

13.2.4.1 Signo (naturaleza)

El signo del impacto hace alusión al carácter *beneficioso* (+) o *perjudicial* (-) de las distintas actividades que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

El Impacto se considera positivo cuando el resultado de la actividad sobre el factor ambiental considerado produce una mejora de la calidad ambiental de este último.

El Impacto se considera negativo cuando el resultado de la actividad produce una disminución de la calidad ambiental del factor ambiental considerado.

Existe la posibilidad de incluir, en algunos casos concretos, un tercer carácter: *previsible pero difícil de cualificar sin un estudio específico* (x) que reflejaría efectos cambiantes difíciles de predecir, o efectos de naturaleza subjetiva (calidad paisajística).

13.2.4.2 Intensidad (IN)

Este término se refiere al grado de incidencia de la actividad sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa.

Expresa el grado de destrucción del factor considerado en el caso en que se produzca un efecto negativo, independientemente de la extensión afectada. Puede producirse una destrucción muy alta, pero en una extensión muy pequeña.

Es importante matizar que no se debe vincular, ni confundir, la Intensidad de un impacto a la extensión del mismo. La Intensidad se refiere al grado de destrucción del factor ambiental y la Extensión a la cantidad de factor sobre la que se produce el efecto.

El baremo de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que el (12) expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, *Intensidad* en grado *Total*; el (1) una afección mínima y poco significativa *Intensidad Baja o Mínima*. Los valores comprendidos entre esos dos términos reflejarán situaciones intermedias *Intensidad Notable* o de *Intensidad Muy alta* (8); *Intensidad Alta* (4); *Intensidad Media* (2).

En función de su intensidad los impactos reciben el nombre de Impacto de Intensidad alta, media, baja, etc.

Cuando la actividad causante del efecto, caso de la introducción de Medidas Correctoras (MC), dé lugar a un efecto positivo, la Intensidad del impacto reflejará el grado de reconstrucción o restauración del factor, o sea, el grado de mejora cualitativa de su calidad ambiental. La intensidad final del efecto, sufrirá una disminución como consecuencia de la ejecución de las MC.

13.2.4.3 Extensión (Ex)

La Extensión es el atributo que refleja la fracción del medio afectada por la actividad del proyecto.

Se refiere, en sentido amplio, al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto en que se sitúa el factor.

Puede tratarse, por ejemplo, del % de área afectada por la actividad, respecto al entorno total, en que se manifiesta el efecto. También podemos relativizar respecto al volumen, y respecto a cualquier unidad o indicador que refleje la parte del medio afectada.

Si la actividad produce un efecto muy localizado, se considerará que el impacto tiene un carácter *Puntual* (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será *Total* (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación, como impacto *Parcial* (2) y *Extenso* (4).

En el caso de que el efecto, sea puntual o no, se produzca en un lugar crucial o crítico, será un *Impacto de Ubicación Crítica* y se le atribuirá un valor de cuatro unidades por encima del que le correspondería en función del porcentaje de extensión en que se manifiesta y, en el caso de considerar que es peligroso y sin posibilidad de introducir medidas correctoras, habrá que buscar inmediatamente otra alternativa al proyecto, anulando la causa que nos produce este efecto.

13.2.4.4 Momento (Mo)

El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la actividad y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado.

El impacto será de *manifestación inmediata* cuando el tiempo transcurrido entre la aparición de la actividad y el comienzo del efecto sea nulo, asignándole un valor (4). Por ejemplo, los incendios forestales dan lugar a que de inmediato las poblaciones faunísticas del área siniestrada emigren a otras zonas.

El impacto será de *manifestación a corto plazo* cuando el tiempo transcurrido entre la aparición de la actividad y el comienzo del efecto sea inferior a un año, asignándole un valor (3).

Si es un período de tiempo que va de 1 a 10 años, *Medio Plazo* (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de diez años, *Largo Plazo,* con valor asignado (1). Por ejemplo, ante la tala indiscriminada de árboles, se produce una alteración del régimen hídrico (disminución de las lluvias) después de algunos años.

Si concurriese alguna circunstancia que hiciese crítico el plazo de manifestación del impacto, cabría atribuirle un valor de una o cuatro unidades por encima de las especificadas (ruido por la noche en las proximidades de un centro hospitalario -inmediato-, previsible aparición de una plaga o efecto pernicioso en una explotación justo antes de la recolección -medio plazo-, etc.).

13.2.4.5 Persistencia o duración (PE)

Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la actividad.

El *Impacto temporal* permanece sólo por un tiempo limitado, haya finalizado o no la actividad. Por ejemplo, la contaminación sonora tiene vigencia sólo durante la emisión del sonido (actividad finalizada). La contaminación de rio, en una zona determinada, puede producir un efecto que vaya menguando a medida que la corriente de agua vaya desarrollando mecanismos de autodepuración (la actividad "vertido" sigue actuando).

El *Impacto permanente* no cesa de manifestarse de manera continua, durante un tiempo ilimitado. Por ejemplo, la contaminación por sustancias bioacumulativas (como el mercurio utilizado en explotaciones auríferas) se mantiene durante muchísimos años.

Cuando la permanencia del efecto, por la circunstancia que sea, es mínima o nula (cese la actividad o no, cesa la manifestación del efecto que aquella produce en el factor considerado, el efecto se considera *Efímero* o *Fugaz*), tomando un valor de (1).

Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de un año, consideramos que la actividad produce un efecto *Momentáneo*, asignándole un valor (1). Si dura entre 1 y 10 años, *Temporal* propiamente dicho, o *Transitorio* (2); y si permanece entre 11 y 15 años, *Persistente, Pertinaz o Duradero* (3). Si la manifestación tiene una duración superior a los 15 años, consideramos el efecto como *Permanente o Estable*, asignándole un valor (4).

A efectos prácticos aceptamos como *Constante* un impacto permanente, con una duración ilimitada de la manifestación del efecto. (Construcción de carreteras, conducciones vistas de agua de riego, efectos radioactivos, etc.).

Los impactos temporales (no permanentes), son reversibles o en su caso, recuperables, aunque como ya se ha especificado, a los efectos del cálculo de la importancia, la persistencia, es independiente de la reversibilidad y de la recuperabilidad.

Los efectos permanentes son irreversibles, y pueden ser recuperables o irrecuperables.

Los efectos de *permanencia constante* irán asociados a los irreversibles e irrecuperables.

Un efecto permanente (contaminación permanente del agua de un río consecuencia de los vertidos de una industria), puede ser recuperable (el agua del río recupera su calidad ambiental al cabo de cierto tiempo de cesar la actividad como consecuencia de una mejora en el proceso industrial -MC-), o irrecuperable e irreversible (el efecto de la tala de árboles ejemplares es un efecto permanente irreversible, ya que no se recupera la calidad ambiental después de llevar a cabo la tala, ni siquiera con la aplicación de MC).

13.2.4.6 Reversibilidad (RV)

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actividad, por medios naturales, una vez ésta deja de actuar sobre el medio.

El efecto reversible puede ser asimilado por los procesos naturales del medio, mientras que el irreversible no puede ser asimilado o serlo pero al cabo de un largo periodo de tiempo.

El impacto será *reversible* cuando el factor ambiental alterado puede retornar, sin la intervención humana, a sus condiciones originales en un periodo inferior a 15 años. (El descenso del nivel freático de un acuífero debido al exceso de extracción de agua, vuelve a la situación inicial una vez cesa la actividad extractora, al ser recargado mediante el aporte de agua de lluvia).

Si es a *Corto Plazo*, se le asigna un valor (1), si es a *Medio Plazo* (2), y a *Largo Plazo* (3). Los intervalos de tiempo que comprenden estos períodos, son los mismos asignados para el atributo anterior.

El impacto será irreversible cuando el factor ambiental alterado no puede retornar, sin la intervención humana, a sus condiciones originales en un periodo inferior a 15 años. (La tala descontrolada de una zona boscosa, tardaría más de 15 años en adquirir el aspecto inicial, sin que sea repoblado por el hombre).

Al efecto *Irreversible* le asignamos el valor (4).

Atendiendo a su duración o persistencia, los impactos reversibles se consideran temporales. No obstante un efecto irreversible pero con una permanencia no muy superior a los 15 años, podría considerarse quasi-irreversible. Si la permanencia es muy superior a los 15 años, el efecto será *totalmente irreversible*.

13.2.4.7 Recuperabilidad (MC)

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana o sea, mediante la introducción de medidas correctoras y restauradoras.

Si el efecto es totalmente *Recuperable o neutralizable*, se le asigna un valor (1), (2), (3) o (4) según lo sea de manera inmediata (*Impacto Inmediato*), a corto plazo o a medio y largo plazo.

Cuando el efecto es *Irrecuperable* (alteración imposible de reparar en su totalidad, por la actividad humana) le asignamos el valor (8). La recarga de acuíferos es irrecuperable pero reversible.

En el caso de que la alteración se recupere parcialmente, al cesar o no, la presión provocada por la actividad, y previa incorporación de Medidas Correctoras, el impacto será *Mitigable*, atribuyéndosele el valor (4).

En el caso de que se presente un impacto irrecuperable, pero exista la posibilidad de introducir medidas compensatorias, estaremos ante un *Impacto Compensable*, el valor adoptado será (4). El mismo valor adquirirá el impacto cuando exista la posibilidad de introducir medidas curativas y recuperadoras.

Por medios humanos es posible recuperar impactos irreversibles, atenuar los mitigables y reemplazar o sustituir los irrecuperables.

Cuando el tiempo de reconstrucción de un efecto recuperable, producido en el factor considerado, sea superior a 15 años, consideramos el efecto irrecuperable.

Precisando, cuando se prevea que una actividad determinada va a estar ejerciendo una presión sobre el medio, por un tiempo superior a 15 años o, pese al cese de la actividad, la manifestación del efecto supere esos años, y aunque exista la posibilidad de retornar a las condiciones inícíales previas a la actuación, por medio de la intervención humana se considera que no se va a hacer uso de la posibilidad de introducir Medidas Correctoras y que estamos ante un impacto que asimilamos, a efectos de valoración, a un Impacto Irrecuperable. Un tendido eléctrico de alta tensión, es recuperable, pero podemos prever que su desmantelamiento no se producirá dentro de los próximos 15 años. El efecto producido lo suponemos irrecuperable, asignando al impacto un valor (8).

Se hace notar que también es posible, mediante la aplicación de medidas correctoras, disminuir el tiempo de retorno de los impactos reversibles a las condiciones iniciales, previas a la implantación de la actividad, por medios naturales o sea, acelerar la reversibilidad, y lo que es lo mismo disminuir la persistencia.

13.2.4.8 Sinergia (SI)

La sinergia se refiere a la actividad de dos o más causas cuyo efecto es superior a la suma de los efectos individuales.

Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por actividades que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de los efectos cuando las actividades que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.

Asimismo, se incluye en este tipo aquel efecto cuyo modo de acción induce con el tiempo la aparición de otros nuevos, de superior manifestación.

Muchos impactos ambientales tienen efectos complejos y la agregación de los mismos no siempre ocurre en proporciones aritméticas. Este fenómeno de agregación de impactos se denomina *Sinergia*.

Enfocado el Medio como sistema, los fenómenos sinérgicos nos conducen a afirmar que el Sistema Medio Ambiente es mucho más que los componentes y factores ambientales que lo constituyen.

Cuando una actividad actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras actividades que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico, potenciándose la manifestación de manera ostensible (4).

Cuando se presenten casos de debilitamiento o minoración (sinergia negativa), la valoración del efecto presentará valores de signo negativo, reduciendo al final el valor de la Importancia del Impacto.

La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por actividades que actúan simultáneamente, es menor a la que cabría de esperar de la manifestación de los efectos cuando las actividades que los provocan actúan de manera independiente y no simultánea. Así, la visita (viaje y comida incluidos) de 20 personas a un castillo medieval monumental, presenta un efecto que medido en euros asciende a 2.500 €. Otra visita posterior de 30 personas da lugar a un efecto de 3.750 €. Si ambas visitas se simultanean, el autobús es el mismo, los cocineros y camareros también, el alumbrado del castillo, etc. se reduce a la mitad, el tiempo del guía se reduce asimismo al 50%, etc. En definitiva, el efecto económico y el energético que ascendía a 6.250 €, se reduce en un 30%, quedando en 4.375 €.

13.2.4.9 Acumulación (AC)

Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la actividad que lo genera.

Cuando una actividad se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de actividad es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación ni en la de su sinergia (no hay efectos acumulativos), se trata de acumulación *simple*, valorándose como (1).

Cuando una actividad al prolongarse en el tiempo, incrementa progresivamente la magnitud del efecto, al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la actividad causante del impacto, se trata de una ocurrencia *acumulativa*, incrementándose el valor a (4).

La ingestión reiterada de DDT, al no eliminarse de los tejidos, da lugar a un in-cremento progresivo de su presencia y de sus consecuencias, llegando a producir la muerte.

13.2.4.10 Efecto (EF)

Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una actividad.

El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la actividad consecuencia directa de ésta. (La emisión de CO, impacta sobre el aire del entorno).

Los impactos son directos cuando la relación causa - efecto es directa, sin intermediaciones anteriores. Así por ejemplo el movimiento de tierras genera fuertes efectos erosivos, o dicho en otras palabras impactos significativos en época de lluvias.

También la erosión del suelo y potenciales derrumbes (efectos) por el desbroce de vegetación en una zona de pronunciada pendiente (causa).

Los sistemas ambientales están compuestos por sub-sistemas, componentes y factores, vinculados entre sí a través de complejas interrelaciones. Consecuentemente, los impactos en un componente pueden afectar a otros componentes ambientales ligados al sistema, algunos de los cuales pueden estar espacial y temporalmente distantes del entorno inmediato afectado.

Se dice que los impactos son indirectos cuando son producidos por un impacto anterior, que este caso actúa como agente causal. El impacto anterior puede ser directo o indirecto, en cualquier caso es desencadenante de otros impactos.

En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación pues, no es consecuencia directa de la actividad, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una actividad de segundo orden. (La emisión de fluorocarbonos, impacta de manera directa sobre la calidad del aire del entorno y de manera indirecta o secundaria sobre el espesor de la capa de ozono).

El Impacto indirecto es parte de una cadena de reacciones. Por ejemplo, la contaminación de las aguas y la reducción del índice de diversidad de especies (efectos indirectos), son fruto de la erosión (impacto directo), causada por el desbroce de vegetación en una zona de pendiente pronunciada (causa).

Los impactos indirectos, por ser consecuencia de una consecuencia, pueden ser difíciles de predecir, identificar, y evaluar, pero no deben excluirse de los EsIA. Por ejemplo, las explotaciones petrolíferas, en las que se ahuyentan aves y murciélagos, disminuirán la propagación por semillas de las especies forestales, en las que intervienen esas especies.

El efecto toma el valor (1) en el caso de que sea indirecto o secundario, y el valor (4) cuando sea directo o primario.

13.2.4.11 Periodicidad (PR)

La Periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera continua (las actividades que lo producen, permanecen constantes en el tiempo), o discontinua (las actividades que lo producen actúan de manera regular (intermitente), o irregular o esporádica en el tiempo.

Consideramos que la periodicidad discontinua es *Periódica, Cíclica o Intermitente*, cuando los plazos de manifestación presentan una regularidad y una cadencia establecida.

Calificamos la periodicidad como *Aperiódica o Irregular* propiamente dicha, cuando la manifestación discontinua del efecto se repite en el tiempo de una manera irregular e imprevisible sin cadencia alguna.

Se supone *Esporádica o Infrecuente* cuando la actividad que produce el efecto, y por tanto su manifestación, son infrecuentes, presentándose con carácter excepcional.

A los efectos continuos se les asigna un valor (4), a los periódicos (2) y a los de aparición irregular (aperiódicos y esporádicos), que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia (1).

En los casos en que así lo requiera la relevancia de la manifestación del impacto, a los impactos irregulares (aperiódicos y esporádicos), se les designará un valor (2) e incluso (3) o (4), ya que precisamente la imprevisibilidad de su aparición puede potenciar el grado de la manifestación del efecto. Este hecho también puede impedir la aplicación de medidas correctoras, al no poder precisar los estadios temporales en que se presentará la actividad.

En la Tabla 45, se presenta un resumen de los criterios, calificación y el valor para cuantificar los impactos generados por las actividades de la arenera objeto de análisis.

Tabla 45 Criterios empleados para calificar los impactos en la arenera Los Builes

CRITERIO	CALIFICACIÓN	VALOR
Naturaleza	Impacto beneficioso	+
	Impacto perjudicial	-
Intensidad (in) **(grado de destrucción)**	Baja	1
	Media	2
	Alta	4
	Muy alta	8
	Total	12
Extensión (ex) **(área de influencia)**	Puntual	1
	Parcial	2

CRITERIO	CALIFICACIÓN	VALOR
Momento (mo) (plazo de manifestación)	Extenso	4
	Total	8
	Crítico	(+4)
	Largo plazo	1
	Medio plazo	2
	Corto Plazo	3
	Inmediato	4
	Crítico	(+4)
Persistencia (pe) (permanencia del efecto)	Fugaz	1
	Momentáneo	1
	Temporal	2
	Persistente	3
	Permanente	4
Reversibilidad (rv) (reconstrucción por medios naturales)	Corto plazo	1
	Medio plazo	2
	Largo plazo	3
	Irreversible	4
Recuperabilidad (mc) (reconstrucción por medios humanos)	Recuperable de manera inmediata	1
	Recuperable a corto plazo	2
	Recuperable a medio plazo	3
	Recuperable a largo plazo	4
	Mitigable, sustituible y compensable	4
	Irrecuperable	8
Sinergia (si) (potenciación de la manifestación)	Simple	1
	Sinergismo moderado	2
	Muy sinérgico	4
Acumulación (ac) (incremento progresivo)	Simple	1
	Acumulativo	4
Efecto (ef) (relación causa – efecto)	Indirecto	1
	Directo	4
Periodicidad (pr) (regularidad de la manifestación)	Irregular	1
	Periódico	2
	Continuo	4

A partir de ser valorados los criterios presentes en la Tabla 45 se puede determinar la ***importancia del impacto (I)***, concebido como el grado de manifestación cualitativa del efecto, y el cual se obtiene a partir de la siguiente expresión:

I = ± [3IN + 2EX + MO + PE + RV + MC + SI + AC + EF + PR], donde

- Intensidad (**IN**): Grado de Destrucción
- Extensión (**EX**): Área de influencia
- Momento (**MO**): Plazo de manifestación
- Persistencia (**PE**): Permanencia del efecto
- Reversibilidad (**RV**): Reconstrucción por medios naturales
- Recuperabilidad (**MC**): Reconstrucción por medios humanos)
- Sinergia (**SI**): Potenciación de la manifestación)
- Acumulación (**AC**): Incremento progresivo
- Efecto (**EF**): Relación causa – efecto
- Periodicidad (**PR**): Regularidad de la manifestación

La ***Importancia del impacto*** *o* ***Índice de Incidencia*****,** la definimos como la razón mediante la cual medimos cualitativamente el impacto ambiental, en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a la serie de atributos de tipo cualitativo, ya relacionados, tales como extensión, tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad.

Ya se ha apuntado que la Importancia del Impacto, o sea, la importancia del efecto de una actividad sobre un factor ambiental, es la estimación del impacto con base en el grado de manifestación cualitativa del efecto.

La importancia del impacto toma valores entre 13 y 100. Los impactos con valores de importancia inferiores a 25 son irrelevantes, o sea son compatibles. Los impactos moderados presentan una importancia entre 25 y 50. Serán severos cuando la importancia se encuentre entre 50 y 75 y críticos cuando el valor sea superior a 75.

Con el fin de visualizar con mayor facilidad la importancia del impacto, en la Tabla 46 se le ha asignado un color acorde con su clasificación.

Tabla 46. Rangos de calificación para la clasificación del impacto en la arenera Los Builes, Bello-Antioquia (Fuente: Conesa-Fernández y Vítora, 2010)

Rangos de calificación	Clasificación	Color asignado
De 13 a 24	Impactos ambientales irrelevantes	
De 25 a 50	Impactos ambientales moderados	
De 51 a 75	Impactos ambientales severos	
De 76 a 100	Impactos ambientales críticos	

De acuerdo a la clasificación del Impacto, este puede ser:

- **Impacto Ambiental Irrelevante**

Es un impacto ambiental compatible, es decir, es aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa prácticas protectoras o correctoras.

- **Impacto Ambiental Moderado**

Efecto cuya recuperación no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas y en el que el retorno al estado inicial del medio ambiente no requiere un largo espacio de tiempo.

- **Impacto Ambiental Severo**

Efecto en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas correctoras o protectoras y en el que, aún con esas medidas, aquella recuperación precisa de un período de tiempo limitado.

- **Impacto Ambiental Crítico**

Efecto cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas correctoras o protectoras.

Para la calificación de impactos ambientales se debe tener en cuenta la intersección y asociación de impactos, de acuerdo a lo presente tabla

Tabla 47 Rangos de calificación para la clasificación del impacto en la arenera Los Builes, (Fuente: Conesa-Fernández y Vítora, 2010).

Recuperabilidad	Reversibilidad	Persistencia	Recuperación
Recuperable	Irreversible	Permanente	Introducción de medidas correctoras.
	Reversible	Temporal	Por medios naturales. Aceleración mediante medidas correctoras.
Irrecuperable	Reversible	Temporal	Por medios naturales.
	Irreversible	Permanente	Sustitución, compensación, contraprestación.

13.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES DEL AMBIENTE

Como se mencionó anteriormente y basándonos en los resultados de la caracterización del área de influencia directa, y considerando las condiciones externas con respecto al desarrollo local y regional, dinámica económica y preservación y conservación de los

recursos naturales, se identificaron, para los medios físico, biótico y social, los componentes y factores que se consideran susceptibles de alteración durante las actividades de: construcción de la vía de acceso o rampa de ingreso al frente de explotación, descapote, arranque o extracción del material, acopio provisional, transporte de la pulpa acuosa, acopio de material limpio, despacho de arena, disposición de materiales inertes y restauración y abandono.

los resultados fueron los siguientes:

Tabla 48 Identificación de los factores del ambiente afectados

Medio	COMPONENTE	FACTOR	Descripción
Físico	**Geología**	Geomorfología	Es una alteración inevitable debido al proceso de extracción de materiales, movimientos de tierra para la adecuación de vías o rampas de acceso y por la disposición de materiales inertes en áreas intervenidas. estas alteraciones pueden ser positivas o negativas
	Agua	Alteración de la calidad del agua	Principalmente se ve afectada, de manera negativa, por el incremento de sedimentos por el proceso mismo de la actividad, sin embargo se espera que durante las actividades de restauración y abandono, el impacto generado sea positivo.
		Alteración de la disponibilidad de aguas	El uso de este recurso y la incidencia sobre el terreno pueden ser causas de su variación tanto de manera negativa como positiva.
	Aire	Calidad del aire	Alteración de la calidad del aire por aumento de material particulado, está relacionado con diferentes actividades y se puede incrementar por sumatoria de procesos.
		Alteración por gases	Está directamente relacionada con la operación de los equipos dentro y fuera del área de incidencia directa del proyecto.
		Niveles de presión sonora	Está directamente relacionada con la operación de los equipos dentro y fuera del área de incidencia directa del proyecto.
	Suelo	Calidad,	Alteración de la calidad del suelo, Está relacionado con la manipulación de muchos elementos del entorno y del proceso minero que inciden en el suelo afectándolo positiva o negativamente, este último es el más frecuente.
		cantidad	Pérdida del suelo por erosión. Es un proceso fácil de identificar y que puede

Medio	COMPONENTE	FACTOR	Descripción
			mostrar su variación con el tiempo; está relacionado con diferentes actividades y se puede incrementar por sumatoria de procesos
		inestabilidad	Puede ser un proceso frecuente en este tipo de actividades; sin embargo bajo procesos controlados y técnicamente soportados pueden desarrollarse sin ningún tipo de inconvenientes. Esta relacionado con los procesos extractivos principalmente.
	Paisaje	Calidad visual	Alteración de la calidad visual, cambio de colores se presenta por el retiro de coberturas presentes en la zona, por la disposición de materiales en diferentes sectores
Biótico	**Flora**	Cobertura vegetal	Pérdida de coberturas vegetales proceso que se desarrolla por la intervención de zonas con cobertura vegetal, y que por razones propias de la actividad es necesario retirar para poder realizar el aprovechamiento del recurso.
		Afectación de especies y banco de semillas	Algunas actividades pueden ocasionar la pérdida de especies vegetales y del banco de semillas. o por el contrario actividades de tipo preventivo (cercamiento de retiro de fuentes hídricas, identificación y no intervención de corredores de animales, entre otras) pueden afectar favorablemente a las especies y mejorar las reservas de los bancos naturales de semillas.
	Fauna	Alteración del hábitat.	La intervención directa de la zona puede ocasionar daños o mejoras en la estructura biótica, que pueden generar impactos positivos o negativos según las actividades que se desarrollen.
		Afectación de especies	Está ligado con la alteración del hábitat ya sea que este sea impactado positiva o negativamente, de igual manera se verán afectadas las especies.
Social	**DEMOGRÁFICO**	Calidad de vida.	Se pueden ocasionar algunas mejoras o alteraciones en la condición de vida de los moradores cercanos. a la Arenera, su incidencia se debe tener en cuenta pues hacen parte de la relación con el entorno.
	Económico	Actividades	Cambio de las actividades y la dinámica

Medio	COMPONENTE	FACTOR	Descripción
		productivas	económica
		Mercado laboral	Generación de empleo
		Finanzas municipales	Aporte de Regalías. Son el resultado del aprovechamiento de los recursos mineros; su uso apropiado trae consecuencias positivas a la comunidad del municipio de Bello donde se deben invertir
		Usos del suelo	Cambio en la tenencia y uso de la tierra

13.4 IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS

A partir de los impactos identificados, se determinan los aspectos ambientales en cada una de las actividades que generan el respectivo impacto.

13.5 VALOR Y CLASIFICACIÓN DE IMPACTOS

Ver matriz anexa

Acorde con la cuantificación de la Matriz, podemos clasificar el proyecto como de impacto Moderado, pues el 49 % de los aspectos es el porcentaje que más se genera en la **ARENERA BUILES Y CIA LTDA**

Tabla 49 Clasificación de los impactos Arenera los Builes

Impacto	Total
Irrelevantes	29
Moderado	35
Severo	7

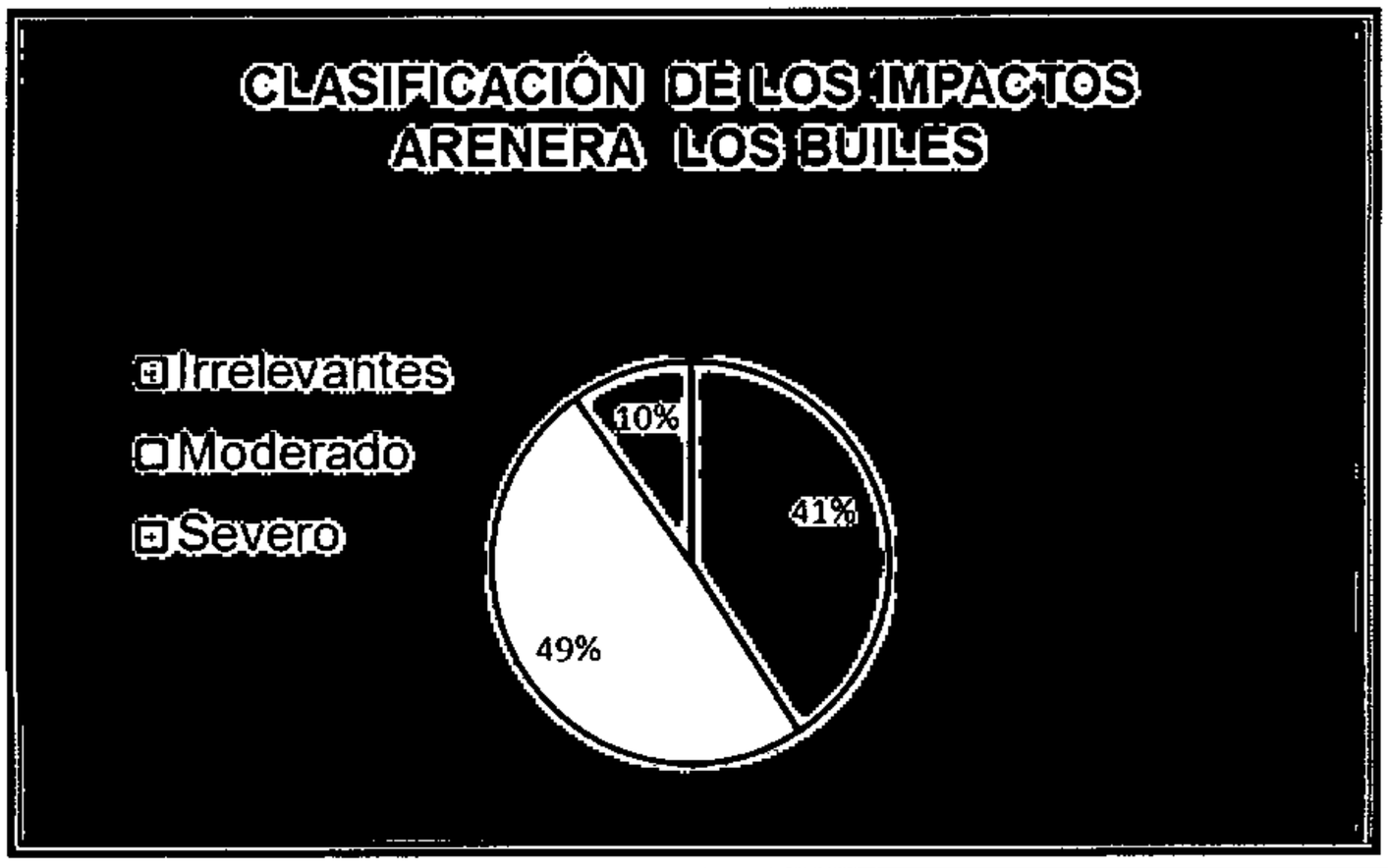


Ilustración 51 clasificación de impactos Arenera los Builes

Cabe resaltar que existen impactos moderados y beneficios y severos y beneficiosos que impactan, de manera positiva a los medios físicos, bióticos y sociales, especialmente en la actividad de restauración y abandono, tal como se muestra en la Matriz de impactos.

Según el análisis realizado un proyecto que se considera de **IMPACTO MODERADO** , es decir, que su afectación puede trascender en el área de influencia directa de las actividades propias de la Arenera por la cual se deben implementar medidas de manejo para prevenir, mitigar, controlar o compensar los impactos identificados

14. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

14.1 GENERALIDADES

El presente plan de manejo ambiental contiene las medidas orientadas a prevenir, corregir o mitigar los impactos ambientales a generarse por la extracción de material (arena) en el área del título minero **RMC-049, "ARENERA BUILES Y CIA LTDA"** dando las recomendaciones específicas de protección ambiental que deben ser tenidas en cuenta para minimizar o evitar los efectos negativos generados por las actividades propias del proyecto de explotación, como son:

- Construcción de la vía de acceso o rampa de ingreso al frente de explotación
- Descapote
- Arranque o extracción del material
- Acopio Provisional
- Transporte de la pulpa acuosa
- Acopio de material limpio
- Despacho
- Disposición de materiales inertes
- Restauración y abandono

Tal como se indicó en los capítulos anteriores, en la zona se ha venido adelantando explotación, en consecuencia, las medidas de manejo propuestas en el presente documento están dadas bajo la premisa de continuar el desarrollo de las actividades de explotación de arena en dicha cantera pero incluyendo las medidas de manejo ambiental requeridas a fin de generar la menor afectación posible al medio ambiente.

El plan de manejo ambiental que a continuación se presenta está diseñado y formulado con base en los resultados obtenidos en los capítulos anteriores referentes a la caracterización de las arreas de influencia directa e indirecta, las características particulares de las actividades de

explotación de la cantera y la evaluación de impactos esperados en la continuación de la actividad.

La aplicación integral y cuidadosa de las medidas indicadas en el Plan de Manejo Ambiental de este proyecto, minimizará los efectos de los impactos ambientales negativos que éste genera y lo hará más sostenible y amable con el medio ambiente.

Es indispensable que todos los trabajadores, ya sean internos o externos, conozcan y cumplan lo indicado en el presente plan de manejo ambiental para todas las actividades del proyecto.

Los Planes de manejo que serán implementados serán los siguientes:

- Programas de Gestión Social
- Programa de manejo de aguas.
- Programa de control de emisiones.
- Programa de Cierre, rehabilitación y recuperación de tierras.
- Programa de Manejo y Disposición Final de Residuos Sólidos
- Programa de Protección de Ecosistemas acuáticos y terrestres
- Programa de Seguimiento
- Programa de Monitoreo

14.2 PROGRAMAS Y FICHAS AMBIENTALES

La estructura del Plan de Manejo se realizó teniendo unos programas específicos para el manejo de cada componente y a su vez se tendrá en cuenta los lineamientos y directrices establecidos por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y el Ministerio de Minas y Energía.

Estará organizado a través de fichas de manejo como se describe a continuación:

Objetivo.	Se indica la finalidad de cada medida
Ejecución.	Hace referencia a las fases del proyecto minero
Impacto.	Relaciona los impactos a prevenir, mitigar, corregir y compensar.
Tipo de medida	Se deben establecer las acciones de prevención, protección y control, mitigación, restauración, recuperación, compensación o sustitución que se pretende realizar con la medida. las medidas de prevención evitan que se presente el impacto o disminuya su severidad; las de corrección permiten la recuperación de la calidad ambiental del componente afectado luego de un determinado tiempo y las medidas de mitigación son propias para los impactos irreversibles, para los cuales no es posible restituir las condiciones originales del medio y las de compensación permiten de alguna forma retribuir el impacto que el desarrollo del proyecto genera.
Acciones a desarrollar	Corresponde a las medidas específicas que se adoptarán

	para el manejo del impacto.
Tecnologías utilizadas.	Es el conjunto de técnicas y métodos a utilizar.
Lugar de aplicación	Indica el sitio en donde se ejecutará e implementará la medida.
Responsable.	Persona encargada de vigilar que las medidas se ejecuten.
Seguimiento y monitoreo.	Se deben señalar los indicadores a tener en cuenta en la fase de seguimiento y monitoreo a utilizar.

14.3 EQUIPO AMBIENTAL Y RESPONSABILIDADES

Para la implementación, control, seguimiento y retroalimentación del Plan de Manejo Ambiental, se hace necesario contar con un equipo de trabajo con funciones y responsabilidades específicas al interior de la **ARENERA BUILES Y CIA LTDA**, este grupo de trabajo estará conformado por dos empleados de la Arenera, el gerente y/o representante legal y un asesor ambiental externo.

Responsable	Función
➢ Gestor Ambiental y Administrador y/o representante legal	Asegurar el cumplimiento de todas la obligaciones sociales y ambientales exigidas en la normatividad ambiental vigente
➢ Gestor Ambiental y Administrador y/o representante legal	Solicitar y mantener vigentes, ante la Autoridad Ambiental Competente, todos los permisos y trámites ambientales que se requieran para el funcionamiento de la empresa.
➢ Administrador y/o representante legal	Disponer todos los recursos, incluyendo los financieros, necesarios para la implementación, control seguimiento y retroalimentación del Plan de Gestión Ambiental.
➢ Gestor Ambiental y Administrador y/o representante legal	Implementar, participar y desarrollas todas las acciones y actividades contempladas dentro del Plan de Manejo Ambiental.
➢ Administrador y/o representante legal, personal de la empresa	Velar por el aseo limpieza, mantenimiento de las instalaciones de la Recuperadora.
➢ Gestor Ambiental	Capacitar al personal en los temas contemplados dentro del plan de Manejo Ambiental.
➢ Gestor Ambiental y Administrador y/o representante legal	Velar y cumplir con todas las normas de seguridad industrial, especialmente en manejo de maquinaria equipos, manejo de residuos y sustancias químicas, que se encuentran incluidas dentro del Plan de Manejo Ambiental.

14.4 PROGRAMA DE GESTIÓN SOCIAL

Ficha no. 1	Gestión Social (información y participación comunitaria)

Objetivo.	➢ Promover las relaciones armónicas, con la comunidad en general, dueños de predios y autoridades tanto locales como mineras y ambientales. ➢ Construir la sostenibilidad del proyecto. ➢ Informar a la comunidad sobre los objetivos y funcionamiento del proyecto, los impactos que genera y las medidas adoptadas con el fin de corregirlos, mitigarlos, controlarlos o compensarlos. ➢ Explicar el alcance del Plan de Manejo Social en el corto, mediano y largo plazo a la comunidad y solicitar el apoyo institucional necesario a las autoridades municipales. ➢ Responder las inquietudes presentadas por la comunidad, en las diferentes sesiones de trabajo.

Ejecución.	Explotación, Operación, Restauración y Abandono (Reconformación Geomorfológica)

Impacto.	➢ Medio físico ➢ Biótico ➢ Social

Tipo de medida de manejo ambiental	Prevención	Mitigación	Corrección
	Compensación	Control	Protección

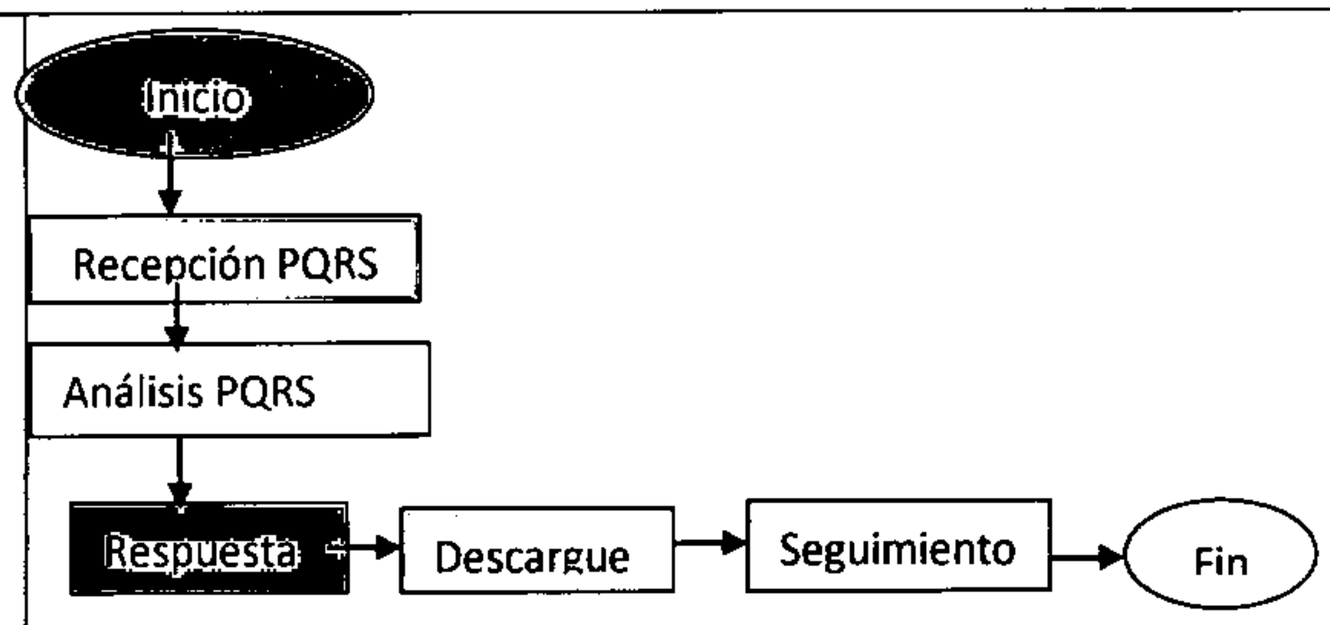
Acciones a desarrollar	**Dentro del componente atención a las comunidades se tiene el proceso de gestión de peticiones, quejas, reclamos y sugerencias PQRS.** En virtud de las normas constitucionales, legales y en razón de los diversos pronunciamientos de la Corte Constitucional, todas las entidades públicas y las personas jurídicas de derecho de privado que administren recursos públicos, están en la obligación de crear un sistema que facilite la correcta atención de las peticiones, queja y reclamos que la comunidad directa o indirectamente afectada por el proyecto pueda formular en relación con el mismo. **Definiciones claves:** **Petición:** Solicitud verbal o escrita que se presenta en forma respetuosa ante un servidor público o ante ciertos particulares con el fin de requerir su intervención en su asunto concreto. **Queja:** Son aquellas manifestaciones de inconformidad que un usuario puede formular ante Moreno Molina Ingenieros S.A.S. en razón de una irregularidad administrativa, una conducta incorrecta o un hecho arbitrario

que aquel atribuye a algún empleado de, con el propósito de que se corrijan o se adopten las medidas pertinentes.
Reclamo: Igualmente son manifestaciones de inconformidad por una actuación de la empresa Moreno Molina Ingenieros S.A.S. que perjudica al reclamante, ya sea porque la considere injusta o porque estime que no está ajustada a Derecho, con el objeto de que se tomen los correctivos del caso.
Sugerencia: Es la propuesta o consejo que realiza el ciudadano para que el Ministerio del Interior mejore la prestación de sus servicios y productos.

Para la atención de las PQRS se diseñó un formato el cual se encuentra al final del plan.

ARENERA BUILES Y CIA LTDA	FORMATO PETICIONES, QUEJAS, RECLAMOS Y SUGERENCIAS
PETICIONES ☐ QUEJAS ☐ RECLAMOS ☐ SUGERENCIAS ☐	
INFORMACIÓN DEL CIUDADANO	
Fecha:	
Nombres y Apellidos	
Número documento de identificación	
Por cuál medio de contacto desea recibir respuesta:	
☐ Escrito	Dirección de correspondencia:
☐ Correo Electrónico	Correo electrónico:
☐ Telefónico	Teléfono Fijo o móvil:
Marque con una X si pertenece a alguno de los siguientes grupos poblacionales:	
Discapacidad ☐ Adulto Mayor ☐ Veterano Fuerza Pública ☐	Menor de Edad ☐ Desplazado ☐ Mujer Gestante ☐
DESCRIPCIÓN (Resuma brevemente el asunto de esta comunicación, manifestando claramente los hechos en forma concreta)	

Para la atención de las PQRS se establecerá el siguiente Flujograma:



Recepción PQRS	Las PQRS podrán presentarse por escrito, vía email o verbal Si son verbales, se reciben el encargado de la arenera, quien digita la información utilizando los datos necesarios para la identificación del usuario, los hechos o circunstancias de la petición, queja, reclamo o sugerencia tratando de especificar las personas presuntamente responsables, las características específicas de la queja o reclamo, las pruebas si las tiene y la dirección o teléfono a donde puede dirigirse la respuesta. Las PQRS son recibidas por correo electrónico y se cargan al aplicativo de sistema de PQRS Las sugerencias depositadas en el buzón, son revisadas e ingresadas al sistema.
Análisis de PQRS	Dependiendo del tipo PQRS se tramita la solicitud en el tiempo previamente establecido por la ley o definido por las áreas de servicios. Las sugerencias se ingresan al sistema y el responsable del sistema de PQRS, las direcciona para que se analice y se pueda realizar la respuesta de forma objetiva.
Respuesta PQRS	Dentro de los términos previstos para cada tipo de petición, la persona responsable deberá dar respuesta a la PQRS de manera completa y clara. La respuesta de las PQRS se tramita por el mismo medio o si es posible se envía una carta al usuario. Esta respuesta debe hacerse en el menor tiempo posible.
Descargue	Una vez elaborada la respuesta, el encargado de administrar el sistema de PQRS, procede al descargue de las mismas.
Seguimiento	A las PQRS, se les realiza un seguimiento para verificar el cumplimiento oportuno de las mismas, a través de cualquier medio idóneo que evidencie la respuesta.

Fortalecimiento de las relaciones con los entes de control

- Establecer contacto directo con los entes de control y grupos organizados de la zona.
- En la medida de lo posible participar activamente en la formulación

de planes y proyectos que propendan por mejorar las condiciones de vida de los habitantes del sector.

- Realizar convenios interadministrativos con el fin aprovechar mutuamente recursos o fortalezas.

Generación de empleos y mano de Obra.

- El objetivo en cuanto a la generación de empleos debe propender a la contratación de mano de obra directa e indirecta sea procedente de la región, para así llenar en parte las expectativas de la población y contribuir al desarrollo económico del territorio.

La contratación de personal se realizara así:

- desde el área administrativa de la Arenera se verificara la necesidad de personal y la disponibilidad presupuestal
- se recibirán y se estudiaran las hojas de vida de los posibles candidatos al cargo
- se hará una preselección de los candidatos que serán entrevistados
- una vez se seleccione el candidato al cargo se le realizara contrato laboral y se afiliara al Sistema de Seguridad Social

Capacitación al personal

Durante el la vida útil de la Arenera, se dictaran varias capacitaciones las cuales estarán enfocadas en el área ambiental estas pretenden que todas la personas que laboran en ella estén en condiciones de actuar de una manera segura minimizando los impactos ambientales negativos que se puedan generar durante cada uno de los procesos y actividades que en ella se realizan.
En el área ambiental los temas a tratar fueron seleccionados teniendo presente los impactos identificados en los recursos, suelo, aire y agua por lo tanto se dictaran las siguientes capacitaciones:

- **Manejo de residuos:**
  - Generación
  - Tipos de residuos
  - Segregación o clasificación en la fuente.
  - Almacenamiento
  - Tratamiento y disposición final

- **Control de material partículado y ruido**
  - Generación de material partículado
  - Control de material partículado

- **Protección de flora y fauna del área de influencia directa**
  - Identificación de las especies arbóreas existentes en el área
  - Identificación de fauna existente en el área
  - Concepto y manejo de la capa vegetal.
  - Protección de fauna y flora existentes en el área

- **Vertimientos.**

	• Clasificación de vertimientos • Mantenimiento al sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas • Mantenimiento a planta de recirculación de aguas residuales industriales ➢ **Ahorro y uso eficiente del agua.** • Uso racional del agua • Reguladores y dispositivos con bajo consumo de agua. • Contaminación a fuentes hídricas. • Recirculación del agua en el proceso. • Mantenimiento a instalaciones hidráulicas y disminución de perdidas ➢ **Normatividad ambiental** • Constitución política y ley 99 • Normatividad relacionada con residuos • Normatividad relacionada con uso eficiente y ahorro del agua. • Normatividad vigente en manejo de vertimientos. • Normatividad vigente en protección de flora. • Normatividad vigente en protección de fauna. • Normatividad vigente en calidad del aire. ➢ **Plan de manejo ambiental** • Que es un plan de manejo ambiental • Identificación de impactos • Medidas de mitigación, corrección y prevención • Área de influencia • Indicadores Las capacitaciones se dictaran de acuerdo al desarrollo de cada uno de los programas y a las necesidades identificadas durante la ejecución de las actividades propias de la Arenera y que se evidencie que se requieran ajustes en los procesos con el fin de mitigar y corregir impactos negativos. Dentro de los compromisos y la Pollita establecida al interior de la Arenera, se tiene previsto que como mínimo se realizara una capacitación mensual.
Tecnologías utilizadas	➢ Formato de Peticiones quejas y reclamos ➢ Se levantarán las Actas de las reuniones realizadas incluyendo los temas tratados, la relación de los asistentes incluyendo firma y representación (de la administración municipal, de la comunidad, Autoridad Ambiental, entre otros etc.). ➢ Talleres y capacitaciones a los trabajadores ➢ Elaboración de material didáctico para las capacitaciones con la respectiva logística

Lugar de	Área administrativa y financiera de la arenera

aplicación	

Responsable	Administrador de la arenera

Indicadores	➢ Porcentaje de PQRS recibidas/ total de PQRS resultas ➢ Porcentaje de asistencia a reuniones /reuniones citadas por los diferentes Entes de Control. ➢ Porcentaje de charlas dictadas/el total de charlas programadas

14.5 PROGRAMA DE MANEJO DE AGUAS

Ficha No. 2	**Manejo de aguas Residuales**

Oobjetivo	➢ Manejar adecuadamente las aguas residuales industriales y domesticas que se generen durante el desarrollo y operación del proyecto ➢ Garantizar que los vertimientos no afecten cuerpos de agua superficiales. ➢ Proponer obras de control y tratamiento para prevenir la contaminación y el vertimiento incontrolado de esta agua

Ejecución.	Explotación, Operación, Restauración y Abandono (Reconformación Geomorfológica)

Impacto.	➢ Medio físico ➢ Biótico ➢ Social

Tipo de medida de manejo ambiental	Prevención	Mitigación	Corrección
	Compensación	Control	Protección

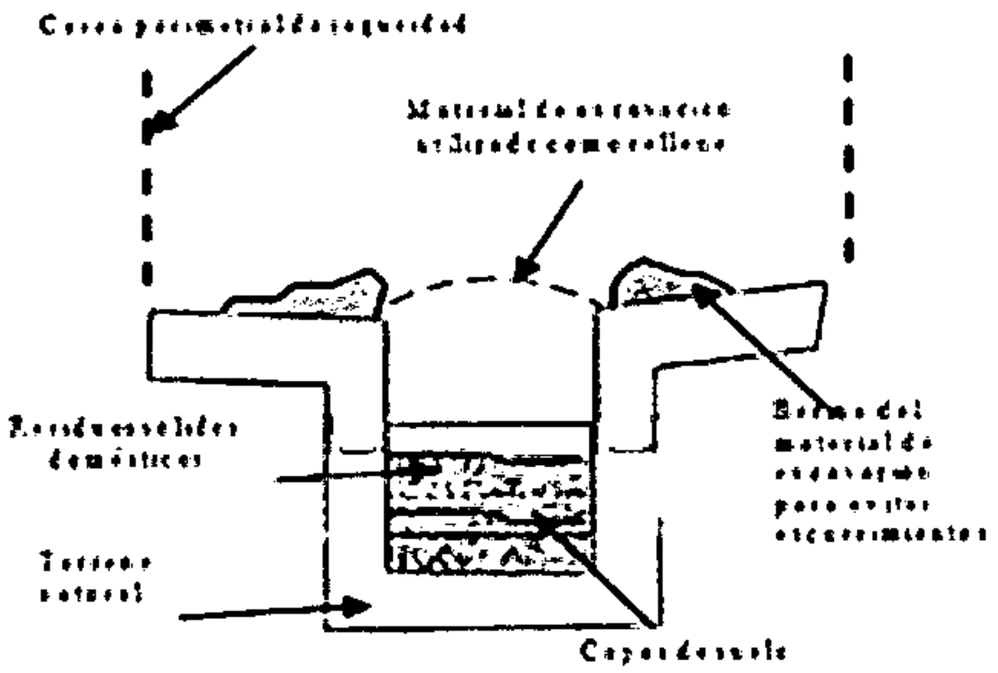
Acciones a desarrollar y Tecnologías utilizadas	**Aguas residuales Domésticas** Las aguas residuales domésticas que se generarán en la Arenera provienen de la oficina y de la cafetería que se encuentran en esta. Las aguas residuales domésticas provienen principalmente de dos unidades sanitarias y por una cocineta que se encuentran ubicadas en las instalaciones de las oficinas. Teniendo presente que la Arenera cuenta con un total de cinco empleados y que dentro de las instalaciones existe una cafetería con un área inferior a los 40 m2 se estima que las aguas residuales domésticas son aproximadamente0.00266 l/s de aguas residuales domésticas,

Estas son conducidas hasta un sistema de tratamiento ya instalado que constan de un tanque séptico prefabricado en fibra de vidrio reforzada, es cilíndrico horizontal, con tres cámaras de inspección.
El cilindro está compuesto por tres compartimientos internos: los dos primeros conforman el tanque séptico y el tercero el Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente FAFA.

El efluente del FAFA es conducido hasta un filtro en espiga de pescado y la disposición final de estas son el suelo.

medidas planteadas se enfocan a:

- Mantenimiento del sistema (se realizara cada 6 meses)
- Revisión del estado de cada uno de los tanques, verificando la cantidad de sedimento existente.
- Al desmantelar o abandonar las actividades definitivas de la cantera, se deberá cerrar el pozo séptico.
- Los residuos resultantes de esta limpieza serán ubicados en lugares destinados para este fin, bien sea por enterramiento o conformando áreas para posteriormente ser recubiertas y revegetalizadas; es de anotar que teniendo en cuenta la escasez de capa orgánica, este material puede funcionar como abono para mejorar la calidad de la poca existente. previamente tratado con cal agrícola.



RELLENO MANUAL PARA DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Aguas residuales Industriales.

El caudal promediado en los últimos muestreos realizados ha sido de 15.44 l/segundo, sin embargo se elaboró el diseño de un sistema de tiramiento para un caudal residual de 20 l/segundo.

Como se mencionó en el ítem 10.1.1 (.Aguas residuales industriales:desde el año 2013 en la Arenera se han estado ejecutando cambios y ajustes para mejorar la calidad del vertimiento, no solo por cumplir con las metas trazadas por la Corporación, sino también por la política ambiental que se desarrolla al interior de esta.
Estos cambios y ajustes son entre otros:

- Contratación del diseño del sistema de tratamiento.
- Diseño y construcción de tanques sedimentadores
- Utilización de floculantes para mejorar la calidad del efluente
- Elaboración de Plan de Gestión del Riesgo para el Vertimiento.
-

Construcción de sedimentadores

Se construyeron en total cinco sedimentadores, cada uno de ellos de 10 metros de largo por 4.40 metros de ancho y 1.40 metros de alto, con capacidad de 61.6 metros cúbicos.
Los sedimentadores funcionan por gravedad y cuenta con un sistema de tuberías en la parte inferior con el fin de realizar la respectiva evacuación de lodos finos cuando se les realice el debido mantenimiento a estos.

Parte de efluente del último sedimentador, será conectado al sistema de recirculación que se tiene previsto realizar

Disminución del caudal vertido.

Con el fin de disminuir las cargas contaminantes se diseñara y se implementara un sistema de recirculación de agua que ira desde el efluente de los tanques sedimentadores hasta un tanque de almacenamiento que será construido cerca del frente de explotación.

Las actividades que se llevaran a cabo para cumplir con lo anterior será las siguientes;

- Se contrataran los estudios y diseños de un sistema de recirculación del agua procedente del efluente de los tanques sedimentadores que ya fueron construidos.
- Adquisición de recursos para la contratación de las obras civiles y contratación del personal calificado para la realización de las obras diseñadas,
- Construcción y puesta en marcha del sistema de recirculación previamente diseñado.
- Monitoreo control y ajustes, en caso de ser necesarios, al sistema implementado.

Igualmente una vez se instale el sistema de recirculación de aguas residuales industriales, se procederá a realizar las siguientes actividades con el fin de evitar daños en la estructura que podrían generar impactos negativos

- Mantenimiento del sistema. (se realizara cada dos meses)

	➢ Revisión del estado de cada uno de los tanques, verificando la cantidad de sedimento existente. ➢ Al desmantelar o abandonar las actividades definitivas de la cantera, se deberá desmantelar dichas estructuras. ➢ Los residuos resultantes de esta limpieza serán ubicados en lugares destinados para este fin, bien sea por enterramiento o conformando áreas para posteriormente ser recubiertas y revegetalizadas. ➢ se diseñara un formato de mantenimiento tanto para el Sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas como para el de las aguas residuales industriales. ➢ se realizaran monitoreo anuales a las aguas residuales industriales con el fin de verificar el cumplimiento normativo vigente en materia de vertimientos.

Lugar de aplicación	Sistemas de tratamiento para aguas residuales industriales y domésticas.

Responsable	Gestor Ambiental y Administrador y/o representante legal

Indicadores	➢ Porcentaje de mantenimientos realizados al sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas /el total de mantenimientos programados a este sistema ➢ Porcentaje de mantenimientos realizados al sistema de tratamiento de aguas residuales industriales /el total de mantenimientos programados para este sistema. ➢ Porcentaje de monitoreo de la calidad del vertimiento realizados/ el total de monit9oreos programados.

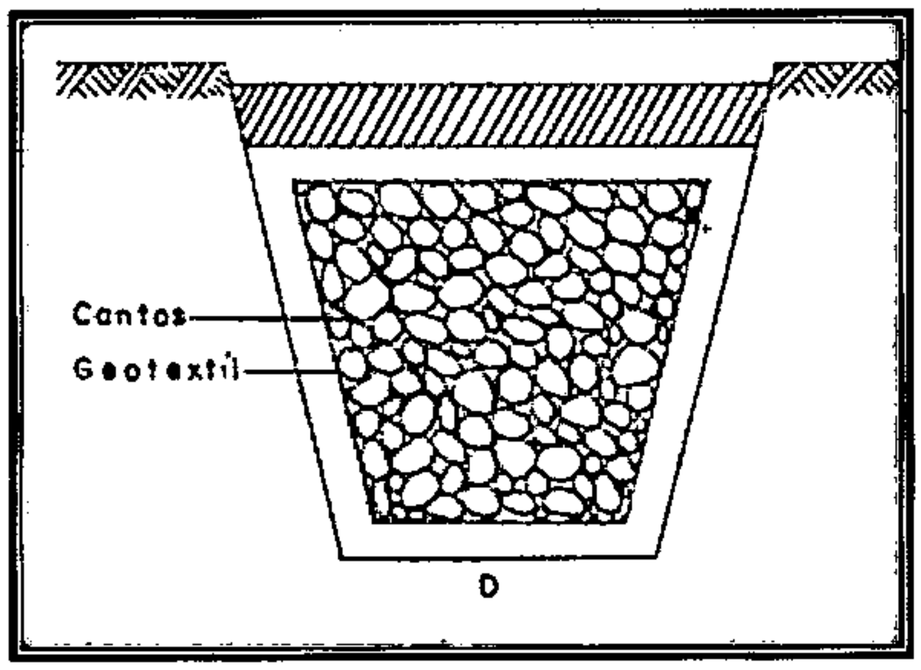
Ficha No. 3	**Manejo de aguas lluvias y de escorrentía**

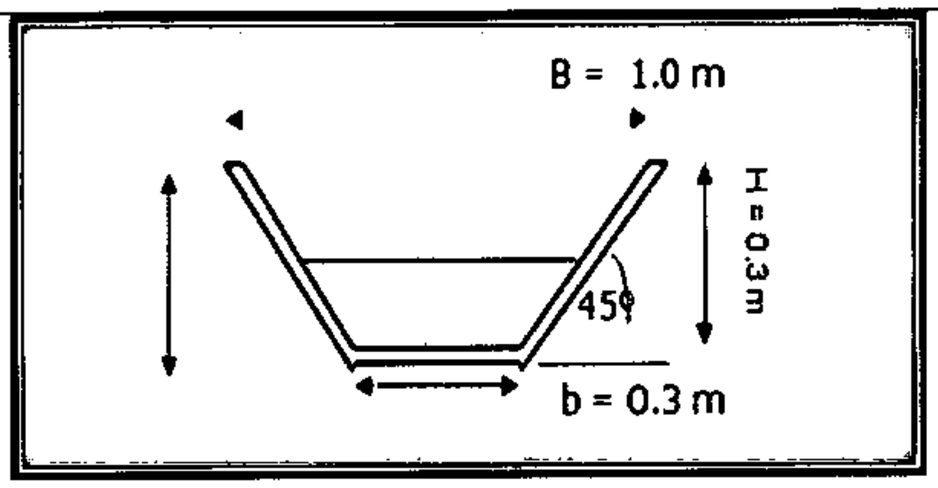
Oobjetivo	➢ Prevenir la contaminación de cuerpos de agua ➢ Proponer obras de control y tratamiento para prevenir la contaminación y el vertimiento incontrolado de aguas de escorrentía que pueda intervenir en las labores normales de explotación de la cantera. ➢ Proteger cuerpos de agua ➢ Diseñar obras para control de erosión

Ejecución.	Explotación, Operación, Restauración y Abandono (Reconformación Geomorfológica)

Impacto.	➢ Medio físico ➢ Biótico ➢ Social

Tipo de medida de manejo ambiental	Prevención	Mitigación	Corrección
	Compensación	Control	Protección

Acciones a desarrollar y Tecnologías utilizadas	Las aguas lluvias se deben manejar prioritariamente a través de su control y conducción en lugares críticos, mediante el mantenimiento y/o construcción de obras de drenaje, como cunetas, zanjas, Esta medida es indispensable con el fin de controlar futuros problemas de erosión así como también evitar la contaminación de fuentes hídricas. Este es un manejo que debe durar durante toda la vida del proyecto y con ella se busca reducir el arrastre de partículas y contaminación de fuentes hídricas. **Zanjas,** se encargan de cortar el recorrido del flujo de agua sobre el terreno, disponiéndolo más rápidamente y en forma adecuada, sin que se produzca erosión.  Para contrarrestar la velocidad con que pueda discurrir el agua y reducir los niveles de erosión, se proyecta la construcción de reductores de velocidad o trinchos pudiéndose utilizar para ello y sobre las cunetas elementos rugosos, como bloques salientes o piedras enterradas en el mismo; también se puede contar con la ayuda de aliviaderos y disipadores de energía. Las especificaciones básicas para construir las zanjas serán (Base mayor = 1.0 m Base menor = 0.3 m Profundidad H = 0.3 m Angulo de las paredes = 45°



➢ **Erosión**

La zona descapotada y la que será descapotada quedan expuestas a la intemperie permitiendo que fácilmente los agentes erosivos tales como el agua o el aire puedan incidir directamente sobre el terreno descubierto y generar arrastre de material. Este fenómeno lo puede padecer la cantera y los taludes que se conformen.

Las medidas de prevención y mitigación de este impacto parten desde el mismo diseño minero y modo de ejecución de la explotación, teniendo que dejar finalmente taludes con los parámetros señalados en el estudio y buscando que el periodo que dure el material expuesto a la intemperie sea el mínimo, es decir, el lapso de tiempo entre la iniciación de la actividad y la recuperación del terreno sea el mínimo con el fin de no permitir el accionar de cualquiera de los dos fenómenos.

También se colocarán a lo largo de las cunetas de drenaje trinchos, o reductores de velocidad que reduzcan los niveles de erosión.

➢ **Inestabilidad**

No se esperan problemas de estabilidad, considerando que se definieron técnicamente los parámetros a utilizar en la fase de explotación y conformación minera, desapareciendo de esta manera los problemas geotécnicos tal como así quedó confirmado en el análisis de estabilidad desarrollado.

Lugar de aplicación	Frente de explotación, vías,
Responsable	Gestor Ambiental y Administrador y/o representante legal
Indicadores	Verificar que los canales estén funcionando adecuadamente y que no hayan sido obstruidos impidiendo el normal flujo del agua; igualmente y luego de torrenciales

	aguaceros verificar el estado de los canales y en dado caso implementar el plan de contingencia.

Ficha No. 4	**Manejo de la prevención de la contaminación de cuerpos de agua superficiales**

Oobjetivo	Implementar las medidas de manejo para prevenir y minimizar los impactos negativos causados en cuerpos hídricos en el área de la Arenera y en las inmediaciones de esta.

Ejecución.	Explotación, Operación, Restauración y Abandono (Reconformación Geomorfológica)

Impacto.	➢ Medio físico ➢ Biótico ➢ Social

Tipo de medida de manejo ambiental	Prevención	Mitigación	Corrección
	Compensación	Control	Protección

Acciones a desarrollar y Tecnologías utilizadas	➢ Se elaborara el Plan para el uso eficiente y ahorro del agua ➢ Se implementaran medidas de protección a los diferentes cuerpos de aguas existentes en el área del proyecto, con el fin de evitar la contaminación de estos ➢ Las aguas residuales industriales serán tratadas previamente antes de verterlas a la quebrada. ➢ Se prohíbe el vertimiento de sustancias químicas, grasas o aceites a los diferentes cuerpos de agua. ➢ Se abstendrán lavar maquinaria y equipos directamente sobre las fuentes hídricas ➢ Se controlará la caída de materiales pétreos y áridos a los diferentes cuerpos de aguas

Lugar de aplicación	Toda el área de la Arenera.

Responsable	Gestor Ambiental y Administrador y/o representante legal

Indicadores	Documento Plan de manejo y uso eficiente del agua.

14.6 PROGRAMA DE CONTROL DE EMISIONES.

Ficha No. 5	**Emisiones**
Oobjetivo	➢ Preservar la calidad del aire dentro de los niveles permisibles por la legislación ➢ Establecer medidas para disminuir el porcentaje de partículas suspendidas en el aire en el frente de explotación de la cantera y vías utilizadas. ➢ Establecer medidas tendientes a disminuir las emisiones de partículas suspendidas en el aire por el tránsito de volquetas, considerando el cruce que se debe realizar por área poblada cercana a la Arenera y por el área urbana del municipio. ➢ Control y manejo de ruido
Ejecución.	Explotación, Operación, Restauración y Abandono (Reconformación Geomorfológica)
Impacto.	➢ Medio físico ➢ Biótico ➢ Social

Tipo de medida de manejo ambiental	Prevención	Mitigación	Corrección
	Compensación	Control	Protección
Acciones a desarrollar y Tecnologías utilizadas	Se aplicarán las siguientes medidas destinadas a evitar o disminuir los efectos en la calidad del aire: **Emisión de material particulado:** ➢ En periodos de verano y determinándose la necesidad de humectar las vías tanto internas como de acceso al proyecto, se aplicará agua rociada a través de mangueras ➢ Se realizará un control en cuanto a la velocidad con que transiten los vehículos tanto en la cantera como en el camino de acceso, considerando que vehículos a altas velocidades generan mayor		

	cantidad de polución; así las cosas la velocidad máxima de los vehículos en la cantera será de 30 km/hora. ➢ Como el mayor impacto se genera sobre los trabajadores, su manejo será preventivo y se centra en la utilización de protectores de ruido y polvo. Es necesario entonces realizar un control respecto de la utilización de estos implementos de protección. ➢ Conforme a lo establecido en la resolución 541 del Ministerio de ➢ Ambiente, los vehículos destinados al transporte del material deberán llevar cubiertos totalmente sus volcos, con el fin de evitar el derrame o pérdida de material durante el transporte; el material debe estar a ras del volco y no hacer montículo. **Emisión de gases de combustión:** ➢ La maquinaria que inicie actividades de operación en la cantera, estará sujeta a inspección para corroborar su correcto funcionamiento. El resultado de dicha inspección deberá ser guardado en archivo para referencia futura. ➢ Se exigirá que la maquinaria que labore en el proyecto se encuentre en excelentes condiciones. El vehículo que presente alta opacidad (humo negro) deberá ser reparado o ajustado antes de reiniciar sus labores. ➢ Se debe disponer del certificado de emisiones de los vehículos que laboren en el proyecto. **Generación de ruido** ➢ Se exigirá que la maquinaria que labore en el proyecto se encuentre en excelentes condiciones. ➢ Mantenimientos periódicos preventivos para la maquinaria, ya que motores en regular estado generan mayores niveles de ruido. ➢ Restringir el uso de pitos y bocinas de los vehículos que ingresen al sitio de cantera, con el fin de reducir el nivel de ruido. ➢ Se prohibirá la circulación de vehículos que no cuenten con sistema de silenciador en correcto estado de funcionamiento. ➢ Se efectuará un enriquecimiento de la cobertura vegetal, consistente en el establecimiento y plantación de arbustos sobre el lindero de la zona. Igualmente se contratarán monitoreos anuales para verificar la calidad del aire en el área de influencia de la Arenera.

Lugar de aplicación	Toda el Área de la Arenera

Responsable	Gestor Ambiental y Administrador y/o representante legal

Indicadores	➢ Cumplimiento de los parámetros establecidos por la Normatividad Ambiental vigente en materia de calidad de aire

	mediante muestreos realizados en el área de la arenera

Ficha No. 6	**MANEJO DE MAQUINARIA Y EQUIPO**

Oobjetivo	➢ Implementar medidas para mitigar y controlar los impactos y los riesgos generados por la operación de la maquinaria, equipos vehículos. ➢ Control y manejo de ruido

Ejecución.	Explotación, Operación, Restauración y Abandono (Reconformación Geomorfológica)

Impacto.	➢ Medio físico ➢ Biótico ➢ Social

Tipo de medida de manejo ambiental	Prevención	Mitigación	Corrección
	Compensación	Control	Protección

Acciones a desarrollar y Tecnologías utilizadas	➢ A la maquinaria que estén trabajando en la Arenera se le realizara un mantenimiento preventivo y correctivo. ➢ Todos los vehículos tendrán su equipo de seguridad extintor, Botiquín, caja de herramientas, llanta de repuestos. ➢ No se efectuarán labores de mantenimiento a la maquinaria al interior de la Arenera, si se trata de un daño de fuerza mayor y el equipo o la máquina no puede desplazarse al lugar de mantenimiento se debe proteger el suelo de vertimientos de grasas, sustancias químicas y aceites. ➢ Toda operación de ajuste, limpieza, engrase y cualquiera reparación debe realizarse en los talleres que se han contratado para este fin y no al interior de la Arenera. ➢ Se verificará que los equipos y maquinarias no se encuentren generando derrames de grasas y aceites. ➢ Se implementarán formatos para consignar el mantenimiento de la maquinaria y equipos

Lugar de aplicación	Maquinaria y equipos de la arenera

Responsable	Gestor Ambiental y Administrador y/o representante legal

Indicadores	Porcentaje de mantenimiento a maquinaria y equipos realizados / el total de mantenimientos programados a estos.

14.7 PROGRAMA DE MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

Ficha No. 7	**Manejo de Residuos**

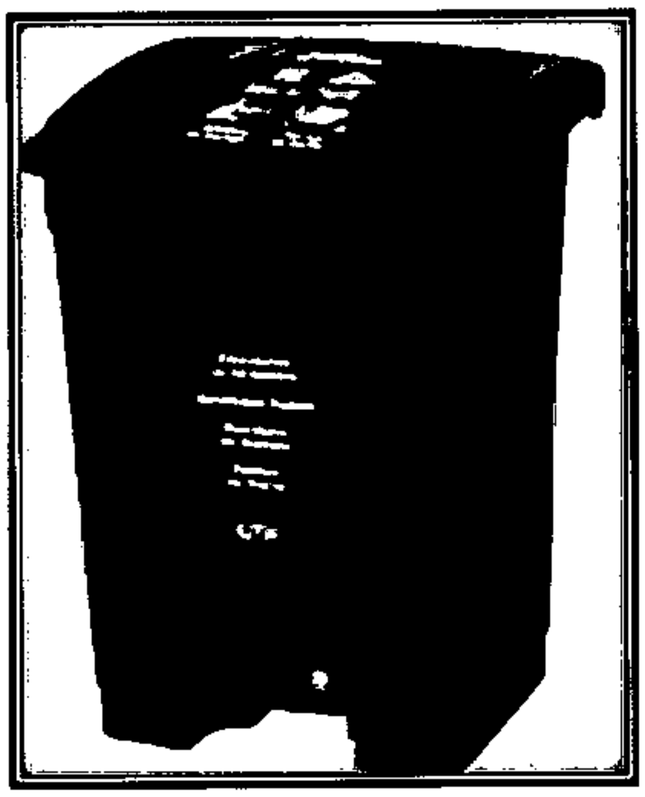
Oobjetivo	➢ Implementar un manejo adecuado de los residuos sólidos generados durante las actividades de propias de la arenera ➢ Reducir al máximo la posibilidad de contaminación de suelo y agua por el mal manejo y disposición de residuos sólidos generados en la Arenera y de esta manera reducir la presencia de vectores o roedores que puedan afectar la salud humana

Ejecución.	Explotación, Operación, Restauración y Abandono (Reconformación Geomorfológica)

Impacto.	➢ Medio físico ➢ Biótico ➢ Social

Tipo de medida de manejo ambiental	Prevención	Mitigación	Corrección
	Compensación	Control	Protección

Acciones a desarrollar y Tecnologías utilizadas	**Separación** En los sitios de generación, (oficinas, cafetería) se debe identificar y clasificar cada uno de los residuos dependiendo de sus características: orgánicos, reciclables, ordinarios comunes. **Almacenamiento temporal** Para la disposición temporal de los residuos se tendrá recipientes marcados e identificados por códigos de colores según la clasificación Se adecuaran puntos debidamente demarcados y señalizados para su almacenamiento temporal. ➢ No se deben mezclar residuos reciclables con residuos ordinarios comunes ➢ No se realizarán ningún tipo de quemas de los residuos sólidos en las áreas de la arenera **Recipiente para Residuos Ordinarios Comunes**



Recipiente para Residuos Reciclables



Recolección Interna

- Se establecerán rutas específicas para la recolección interna de los residuos dependiendo de su tipo (reciclable, Ordinarios comunes, orgánicos)
- La frecuencia de recolección varía dependiendo de la disposición final que se le realice a cada tipo de residuos
- Disposición final
- El reciclaje que sale de la Arenera será vendido a una chatarrería que cumpla con los requisitos solicitados por la autoridad ambiental.
- Los residuos ordinarios comunes serán entregados al carro recolector que presta el servicio en la zona (Interaseo)

Lugar de aplicación	Área de oficinas y cafetería

Responsable	Gestor Ambiental y Administrador y/o representante legal, empleados de la arenera y personas que visiten la Arenera.

Indicadores	➢ % de residuos clasificados por tipo / el total de residuos generados. ➢ % de residuos almacenados según código de colores/total de residuos generados. ➢ % de residuos dispuestos correctamente/total de residuos generados.

14.8 PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE ECOSISTEMAS ACUÁTICOS Y TERRESTRES

Ficha No. 8	**Manejo de Flora y flora**

Oobjetivo	➢ Implementar las medidas de manejo para minimizar los impactos causados a los recursos forestales, a la cobertura vegetal y a la fauna.

Ejecución.	Explotación, Operación, Restauración y Abandono (Reconformación Geomorfológica)

Impacto.	➢ Medio físico ➢ Biótico ➢ Social

Tipo de medida de manejo ambiental	Prevención	Mitigación	Corrección
	Compensación	Control	Protección

Acciones a desarrollar y **Tecnologías utilizadas**	**Zonas verdes** (alteración de la cobertura vegetal) ➢ En caso de requerir descapotes se contratará personal calificado con la experiencia necesaria y se conservaran para utilizarlos posteriormente en recuperación de suelos para tal fin se protegerán con plásticos de tal forma que no pierdan la humedad ➢ Se debe de evitar el almacenamiento de materiales pétreos, escombros, herramientas y equipos, sobre las zonas verdes. ➢ En caso de que sea necesario e indispensable, se procederá a realizar la recuperación de la zona afectada de la siguiente manera: • Se verificara el estado en el que queda la capa vegetal de la

zona intervenida, si esta fue afectada en su totalizada se procederá a reemplazarla con tierra abonada la cual se obtendrá en un vivero y se le sembrara la misma especie que se encontraba sembrado.

- Si la capa vegetal no fue afectada pero el pasto si, se procederá a sembrar capotes de estos en la zona verde que se encuentre afectada para su recuperación.

- No se podrán manipular sustancias químicas sobre las zona verdes ni cerca de estas , con el fin de evitar derrames que las afecten
- Evitar realizar cualquier tipo de vertimiento de aguas residuales industriales con el fin de evitar su deterioro.
- Durante los engramados prefiera la siembra de semillas y permita el crecimiento de malezas con el fin de dar un mejor hábitat a las aves.

Especies Arbóreas

- Mientras el individuo arbóreo no presente riesgos, se deberá mantener en perfectas condiciones. En caso de ser necesario se proejará con cerramiento.
- Se prohíbe utilizar los árboles para colgar cualquier objeto, amarre de señalización o de cualquier otro tipo, especialmente utilizando clavos.

Tala de árboles:

- Las especies potenciales a ser taladas, serán únicamente las autorizadas por la autoridad ambiental, de acuerdo a la resolución de permiso de tala de árboles.
- La tala debe hacerse técnicamente siguiendo normas de seguridad industrial y bajo la supervisión de personal especializado y con experiencia en esta labor, quien ejecutará la actividad a partir de la copa (descope) hasta la base del fuste (tallo), utilizando manilas para amarrar y orientas la caída del árbol hacia la zona con menor riesgo y evitar daños a la infraestructura aledaña o a terceros.
- Cortar de manera técnica, la vegetación arbustiva y retirar de forma inmediata el sobrante vegetal generado y llevarlo a sitios autorizados para la disposición final de los desechos vegetales.
- En caso de que los árboles se encuentren cerca de redes electicas solicitar el servicio de tala a Públicas de Medellín.

Manejo de poda:

- La poda podrá ser según su finalidad de mejoramiento, de formación y de estabilidad. Al igual que en la tala, la poda debe solicitarse a Empresas Públicas de Medellín si los arboles están cerca de las redes eléctricas.
- Para la poda de ramas, haga el primer corte por debajo de la rama, aproximadamente un tercio de diámetro de ésta y a una distancia de 10 cm del tallo principal y en ángulo igual al creado por el cuello de la rama.
- Haga un segundo corte por encima de la rama a unos 20 cm del

tallo, con lo cual la rama se desprende.

- Haga el último corte desde arriba. Tenga especial cuidado de no cortar la parte viva cuando se poda una rama muerta, y no cortar el cuello cuando se trata de una rama vida.
- Corte siempre las ramas pequeñas y los rebrotes (1 cm o menos de diámetro basal), desde el tallo principal con tijeras de podar a mano.
- Para realizar la poda de la copa corte como máximo un tercio superior de ésta.
- Corte el resto del follaje, siguiendo la muestra establecida, revisando que la nueva corpa del árbol no se deforme

Es posible que convenga hacer entresaca de ramas, con cuidado de no maltratar el follaje que permanecerá.

- Trate los cortes de los arboles con cicatrizante hormonal.

Para la poda de raíces, conserve, cuando sea posible, un árbol mediante confinamiento radículas, para lo cual siga el siguiente procedimiento:

- Haga poda aérea de la tercera parte exterior de la copa, evitando la deshidratación y muerte del árbol.
- Limpie alrededor del árbol en un radio igual o mayor a 3 veces el diámetro del tallo
- Haga excavaciones de 70 cm de ancho por una profundidad hasta donde se encuentren raíces de ½ pulgada de diámetro.

Haga cortes verticales de profundidad variada de acuerdo con el sistema radicular que presente cada especia y según la forma del terreno. Realice siempre la poda con tijeras, serrucho o motosierra, nunca con machete.

- Aplique cicatrizante hormonal en los cortes de la poda para evitar desintegración o pudrición de las raíces y desequilibrio entre los sistemas aéreos y radiculares.
- Cubra la excavación con tela plástica. Una los trasplantes con cinta plástica adhesiva de dos pulgadas.

Traslado de arboles

- Las especies a trasladar, serán aquellas que sean especies en vía de extinción, atrayentes de avifauna y entono fauna y de gran valor paisajístico, ecológico, social y cultural a las zonas aledañas.
- Cuando realice el bloque o traslado de árboles siga el procedimiento descrito a continuación:
  - Para la poda de la copa, asegúrese de garantizar la maniobrabilidad del individuo, disminuir los requerimientos de agua durante el traslado y la evapotranspiración.
  - Para el bloqueo, realice una excavación en forma de cono invertido bien conformado, el tamaño del bloque dependerá de la altura del individuo a trasladar.
  - Proceda a cortar las raíces con equipo adecuado, teniendo cuidado de no maltratarlas y aplicando cicatrizante en cada corte
  - Garantice que el bloque permanezca compacto durante el traslado, envuelva totalmente con una tela de fibra natural y sujétela asegurándola por medio de cuerdas debidamente

tensionadas.

- Ubique el sitio definitivo donde plantará el espécimen autorizado para traslado, haga hueco de profundidad igual al tamaño del bloque y como mínimo un metro de diámetro. Rellene dicho hueco con tierra negra mezclada en partes iguales con cascarilla de arroz.
- Proteja el tallo en el punto donde realice el amarre para levantarlo. Utilice para el transporte camiones descarados con el fin de no estropear el espécimen.
- Una vez plantado el árbol realice un mantenimiento y riego por espacio de 6 meses como mínimo

➢ Durante los engramados prefiera la siembra de semillas y permita el crecimiento de malezas con el fin de dar un mejor hábitat a las aves.

Recomendaciones generales

➢ Se tendrán en cuenta especies útiles para la fauna, por su capacidad de brindar alimentos y condiciones para la adecuación de refugios. Lo anterior contribuirá a la disminución de los riesgos a proceso erosivos, a la regulación de la temperatura del agua, retención de humedad, al mejoramiento de las condiciones habitacionales y de refugios para la fauna presente en el lugar y aumentará la oferta alimentaria.

➢ Nunca utilice las quemas como forma de eliminación de la capa vegetal bien sea en parte aérea o subterránea

➢ Realice la nueva siembra de árboles.

➢ Cuando termine las obras, desmonte las instalaciones temporales construidas y recupere la zona.

➢ Los residuos de los tratamientos silvicultura no podrán ser mezclados con escombros y demás residuos ordinarios. Deberán llevarse a zonas autorizadas para su disposición adecuada.

Fauna

➢ se prohíbe la caza de cualquier tipo de especie que se encuentre en el área de influencia

➢ Delimitación de áreas de protección esta medida permite aislar el área de intervención, impedir el paso de animales que pueden resultar afectados y evitar o reducir la alteración de vegetación

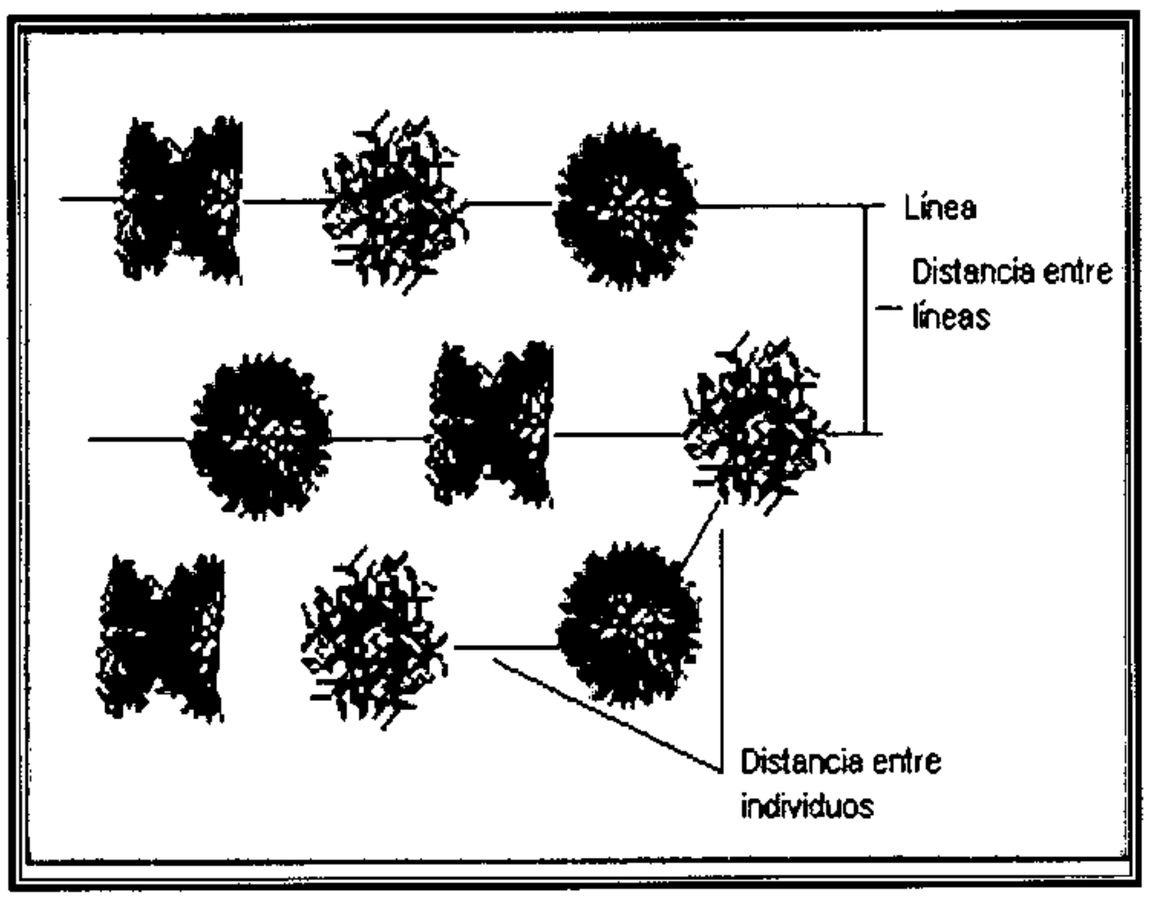
➢ El personal que observe animales en peligro o riesgo comunicará al coordinador ambiental para su evaluación y/o posible rescate

➢ Prevenir el ingreso casual de la fauna dentro de las instalaciones del proyecto mediante el empleo de mallas y cercos, así como prohibir el sacrificio de estos, a menos que representen un peligro inminente para la integridad del personal.

➢ Prohibir la acumulación de materiales (construcción o excedentes) en zonas cercanas a cuerpos de agua, evitando un posible arrastre ante cualquier eventualidad afectando así los ecosistemas acuáticos, para ellos se instalarán carteles de prohibición

Corredores biológicos

- Se identificaron los parches boscosos o áreas de importancia a conectar. Luego se procederá a la siembra de especies forestales útiles para la fauna existente en el sector lo que contribuirá en el proceso de restablecimiento de la misma
- Se evitará la creación de islas de hábitat natural que confinen las especies, por el contrario, se debe propender por la conformación de una matriz continua que favorezca la conectividad ecológica, aumentando la posibilidad de sobrevivencia a largo plazo de las comunidades biológicas y de las especies que las componen
- La creación de estos corredores facilitará la recolonización en estas áreas. De igual forma permitirá el incremento del tamaño de poblaciones, el intercambio genético y mejorará las oportunidades de sobrevivencia.
- Los corredores conectaran la fuente hídrica existente junto con los parches de bosque remanente.
- Las plantas seleccionadas para este tratamiento se sembrarán a una distancia de 3m, lo cual evitará la competencia y garantizará una mayor efectividad del tratamiento. orecerá la conectividad y el flujo genético de poblaciones silvestres.



Se implementará un diseño paisajístico en una zona previamente seleccionada para ello y que amerite su repoblación, con la siembra de árboles de tipo arbustivo y arbóreo a además se aislara el centro de acopio de la explotación, para mitigar el impacto.

La siembra será complementada mediante la plantación de 200 árboles y arbustos nativos dispersos, colocados al azar.

Técnicas silviculturales

A continuación se describen las técnicas silviculturales a tener en cuenta para su desarrollo.

Adecuación y preparación del terreno

- Para el establecimiento de la plantación de las especies vegetales y la conformación de la unidades paisajísticas antes mencionadas, es necesario llevar a cabo las siguientes actividades :
- Marcación de sitios de plantación.
- De acuerdo al diseño paisajístico y al cronograma propuesto, se procederá a la marcación de los sitios de apertura de huecos para la plantación de cada especie vegetal.

Ahoyado y fertilización.
En cada sitio marcado se excavará un hoyo en forma circular, debe ser lo suficientemente grande para acoger las raíces de las plantas sin dañarlas y permitir su desarrollo posterior, para este caso las dimensiones será de 0.3 de ancho por 0,4 de profundidad, adicionándole en el fondo abono orgánico.

Método o sistema de plantación

Terminada la preparación del terreno, el paso siguiente es la plantación del material vegetal, para lo cual se debe tener encuentra lo siguiente :

- Las plántulas deben tener una altura mínima de un (1) metro.
- Las plántulas deben estar sin enfermedades o plagas; vigorosas y con buena formación foliar.
- Luego de plantados, tendrán un tutor (vara) para que no se dañen con la acción del viento.
- Se regarán diariamente en las horas de la mañana por un periodo de 30 días.

mantenimiento
En forma general se recomienda que toda la arborización a establecerse, se desarrolle en forma natural, para lo cual se recomiendan las siguientes actividades :

Riego
Luego de la plantación de los árboles y la implantación de los cespedones, serán regados con suficiente agua, diariamente una vez al día en horas de la mañana (6 a 8 a.m.) o en la tarde (4 a 6 p.m.) durante 30 días, luego día por medio durante 30 días y finalmente de acuerdo a las condiciones climáticas que se presenten.

Control fitosanitario
Periódicamente se realizaran inspecciones oculares a la arborización establecida, para conocer el estado de desarrollo y estado fitosanitario

	relacionado con el ataque de enfermedades o de plagas para tomar a tiempo los correctivos, ya sea mediante aplicaciones de fungicidas o insecticidas de origen orgánico. **Reposición de material** Se realizará reposición del material vegetal plantado, que por alguna razón se halla muerto o se encuentre en regular estado de desarrollo o fitosanitario. **NOTA** Es de resaltar que se tiene previsto establecer una alianza estratégica con la Administración del municipio de Bello, con el fin de realizar un proyecto de reforestación al interior de la Arenera. El proyecto contempla la siembra de especies vegetales nativas de la zona en el área de influencia directa de la Arenera. Dentro de las especies que se pretenden sembrar se destacan las siguientes: ➢ Cecropia spp (Yarumo) ➢ Cedrela odorata (Cedro) ➢ Cordia alliodora Nogal cafetero ➢ Croton funckianus Crotón ➢ Erythrina fusca Búcaro ➢ Erythrina poeppigiana (Cámbulo) ➢ Euphorbia cotinifolia (Liberal) ➢ Ficus lyrata (Árbol lira) ➢ Fraxinus excelsior (Fresno) ➢ Gliridia sepium (Matarratón) ➢ Guadua angustifolia (Guadua) ➢ Leucaena leucocephala (Leucaena) ➢ Pinnus patula (Pátula) ➢ Senna spectabilis (Velero) ➢ Sida rhombifolia (Escobillo) ➢ Spondias mombin (Jobo) ➢ Vismia ferruginea (Carate) Igualmente contempla la creación de un vivero y un banco de semillas. Se definirán las áreas que serán intervenidas con el fin de establecer, tanto las especies a sembrar como los recursos que serán destinados para cada área. La Arenera destinará una partida presupuestal, la cual será definida, una vez se establezcan las condiciones del convenio, y en contraprestación recibirá la asesoría técnica y las especies a implementar.

Lugar de aplicación	En toda el área de la arenera

Responsable	Gestor Ambiental y Gerente y/o representante legal, personal de

	la Arenera

Indicadores	➢ Porcentaje Metros cuadrados de zonas verdes afectadas/metros Cuadrados de zonas verdes recuperadas. ➢ Porcentaje Cantidad de especies arbóreas protegidas/ el total de especies arbóreas existentes en el área de trabajo ➢ Porcentaje Delimitación de áreas de protección para fauna /el total del área del título minero

14.9 PROGRAMA DE MANEJO DE SUELOS

Ficha No. 9	**Suelos**

Oobjetivo	➢ Proponer las medidas necesarias para la conservación de los suelos que sea necesario manipular con el avance de la explotación. ➢ Mantener la calidad de los suelos en las áreas de influencia del contrato que no sean requeridas en la explotación. ➢ Preservar el suelo removido con la explotación con características aceptables para el crecimiento normal de vegetación. ➢ Asegurar que los sitios destinados para la disposición de suelo y estéril no generen riesgos de estabilidad.

Ejecución.	Explotación, Operación, Restauración y Abandono (Reconformación Geomorfológica)

Impacto.	➢ Medio físico ➢ Biótico ➢ Social

Tipo de medida de manejo ambiental	Prevención	Mitigación	Corrección
	Compensación	Control	Protección

Acciones a desarrollar y Tecnologías utilizadas	El manejo de suelo y capa orgánica se debe efectuar retirando el horizonte orgánico de la parte alta de la cantera, dirigido hacia la zona de acumulación definida. Aunque en la zona la capa orgánica es muy poca no sobra exponer unas medidas de manejo necesarias para protegerla. ➢ Solo se debe remover la mínima cantidad de suelo requerida por el diseño minero. ➢ La remoción del suelo debe hacerse preferiblemente en época de verano e inmediatamente después de retirada la capa vegetal, evitando así la exposición prolongada a la acción erosiva de la lluvia.

- El horizonte de suelo orgánico, por ser más fértil, debe ser removido en forma individual y cuidadosa, con el objeto de preservar este El suelo orgánico debe ser identificado y removido, evitando su mezcla con otros horizontes de suelo más pobres.
- Durante su remoción, las volquetas y maquinaria pesada no deben circular demasiado sobre este suelo, para evitar su compactación y contaminación con combustibles, aceites o grasas.

- Previa a la disposición de una cobertura vegetal en suelo o rocas desnudas, se tendrá en cuenta que la remodelación de los volúmenes conduzca a formas técnicamente estables, ya que de nada servirá comenzar las tareas de regeneración natural si no existe un equilibrio inicial.

Además de todos los criterios dados para la explotación se debe tener presente todas las actuaciones llevadas a cabo sobre las aguas, sobre la flora y sobre los procesos geofísicos sirven como medidas de mitigación sobre el elemento suelo.

- Aprovechamiento eficiente e integral del recurso suelo, abonado y fertilización, manejo apropiado del descapote, reforestación, control de fenómenos erosivos., manejo y tratamiento de las aguas, reciclaje de los residuos sólidos y / o lodos de sedimentación, manejo y disposición del material estéril

Readecuación final del terreno -Preparación del terreno

Uno de los aspectos más relevantes dentro de la preparación es el Remoldeo final de los taludes detallado con anterioridad, el cual proporciona un drenaje adecuado para el establecimiento de la vegetación, para la cual hay que realizar previamente la descompactación superficial, permitiendo un correcto desarrollo de las raíces y colocación de la capa orgánica extraída.

Como se mencionó la capa orgánica y los limos más superficiales serán manejados y almacenados teniendo presente:

- Solo manipular cuando este cerca o con contenido de humedad bajo. Evitar el paso de maquinaria sobre ella.
- Depositar o almacenar en capas, solo hacer montones o pilas inferiores a 2 m. El tiempo de almacenamiento máximo debe ser de 12 meses.
- En lo posible y dada la escasez de capa orgánica se debe trasladar inmediatamente a una zona degradada.

- Cuando sea posible luego de descapotar, trasladar la capa orgánica a otras zonas que ya se encuentren preparadas.

	➢ Colocar una protección en material degradable de modo que proteja el material del viento y el agua y asimismo evite la compactación, hacho último que disminuiría la capacidad de sustentación de la vegetación a colocar sobre él. ➢ El sitio de acopio debe ser ligeramente plano (2%) y con canal perimetral que no permita el paso de aguas de escorrentía hacia la pila de material almacenado. ➢ Si el tiempo de permanencia por motivos ajenos es mayor a 12 meses, entonces es bueno sembrar algunas leguminosas en el suelo. ➢ Cuando se proceda a extender la capa almacenada se debe tener en cuenta: el despegado de piedras gruesas mayores a 10" las cuales se disponen en un nuevo final en el extremo más bajo o interior del bloque. ➢ Tener en cuenta antes de implantar que exista un equilibrio mecánico inicial. ➢ Antes de instalar la vegetación es necesario descompactar la capa extendida, de forma que la densidad del medio este cercana a la existente antes de la explotación y mejorando la capacidad de infiltración, ha de hacerse en suelos no húmedos. ➢ Esta descompactación ha de hacerse mediante una escarificación y / o subsolado del terreno, de forma manual y transversal hasta que el terreno quede suelto. ➢ En los sititos donde no sea posible la colocación de la capa orgánica porque no se almacenó previamente, se deben ejecutar unas mejoras edáficas sobre los úselo explotados, de forma que pueda prosperar la vegetación a implantar. ➢ La principal mejora al suelo es la aportación de fertilizantes, llamados fertilizantes de establecimiento, se recomienda un fertilizante complejo o abono NPK, el cual corrige el balance de nutrientes. ➢ Ayudado de una mejora en la alcalinidad y condiciones físico químicas del suelo, mediante la enmienda de cal viva, la que echarse antes del abonado y un mes antes de la siembra. Luego sigue la implantación de la vegetación que se detalla en el manejo del recurso flora. ➢

Lugar de	En el área donde se presenta el frente de trabajo

aplicación	

Responsable	Gestor Ambiental y Administrador y/o representante legal, personal de la Arenera

Indicadores	➢ Verificar que se remueva la vegetación estrictamente necesaria ➢ Comprobar que los suelos sean dispuestos según lo ➢ recomendado ➢ Verificar que se dé buen uso de la cobertura vegetal removida ➢ Velar por que las disposiciones de seguridad se cumplan Cada seis meses de realizará un balance de las actividades adelantadas como parte de este manejo.

14.10 PROGRAMA DE MANEJO DE SEÑALIZACIÓN

Ficha No. 10	**Señalización**

Oobjetivo	➢ Informar sobre la ejecución de las obras del proyecto, sobre los riesgos y las condiciones peligrosas, con el fin de garantizar la integridad y facilitar la movilidad del personal del proyecto y de la comunidad, mediante la instalación de señalización. ➢ Implementar señalización informativa y preventiva, en todas las áreas del Proyecto. ➢ Prevenir la ocurrencia de accidentes en las vías del proyecto. ➢ Prevenir el atropellamiento de fauna terrestre

Ejecución.	Explotación, Operación, Restauración y Abandono (Reconformación Geomorfológica)

Impacto.	➢ Medio físico ➢ Biótico ➢ Social

Tipo de medida de manejo ambiental	Prevención	Mitigación	Corrección
	Compensación	Control	Protección

Acciones a desarrollar y Tecnologías utilizadas	A continuación se propone la señalización necesaria para la ejecución de las actividades de la Arenera, la cual en cada caso atiende la generación de impactos en los medios físicos, bióticos y sociales. Entre las señales propuestas están las que deben ser instaladas con el fin de controlar el tráfico de visitantes, vehículos y de maquinaria, las que se usarán para informar sobre la funcionalidad de espacios físicos como: oficina y

cafetería, zona de cargue de vehículos y frente de explotación, así como también las que hacen parte de la reglamentación del uso de equipos de protección personal y atienden aspectos relacionados con la seguridad.

Igualmente se instalaran señales en puntos estratégicos para la protección de la fauna y la flora existentes en la zona del título minero.

Dado que el color de las señales de acuerdo con los estándares internacionales tiene un significado específico, a continuación se presentan el significado de los colores empleados en la señalización. En todo caso se debe disponer de elementos de señalización claros y en buen estado, en todos los sitios de intervención del Proyecto, asegurando en todos los casos la correcta visualización por parte del personal de la Arenera, de acuerdo a la siguiente clasificación:

Color de seguridad	Significado u objetivo	Ejemplos de uso	Forma*
Rojo	Pare	Señales de pare	
	Prohibición	Paradas de emergencia	
		Señales de prohibición	
	Este color también se usa para prevención del fuego, equipo contra incendios y su ubicación		
Azul**	Acción de mando	Obligación a vestir equipo de protección personal.	
Amarillo	Precaución, riesgo de peligro	Indicaciones de peligro (fuego, Explosión, radiación, intoxicación, Etc.) Prevención de escalones hacia	
Naranja		Frentes de obra, tareas temporales, desvíos. Indica la existencia de peligros potenciales en la vía por	
Verde	Condición de seguridad	Salidas de emergencia, estaciones de primeros auxilios y rescate	

*La forma de los iconos puede variar siempre que se respete el color.

**El azul se considera color de seguridad sólo cuando se usa en forma circular

Señalización frente de explotación y cargue y despacho de materiales

En el frente de explotación se instalaran las siguientes señales:

- **preventivas**



RIESGO DE CAIDA DE MAQUINARIA POR EL TALUD



RIESGO DE CAIDA POR TALUD



PELIGRO MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO



MANTENERSE ALEJADO DEL SISTEMA ARTICULADO DEL CAZO



PELIGRO DESPRENDIMIENTOS



PELIGRO POLVO EN SUSPENSION



- Prohibidas



PROHIBIDO PERMANECER EN EL RADIO DE ACCION DE LA MAQUINARIA



PROHIBIDO EL PASO A PEATONES



VELOCIDAD MÁXIMA

- Obligatorias



ES OBLIGATORIO EL USO DEL CASCO



ES OBLIGATORIO EL USO DE PROTECTORES AUDITIVOS



ES OBLIGATORIO EL USO DE LAS GAFAS

Señalización Protección de fauna y flora



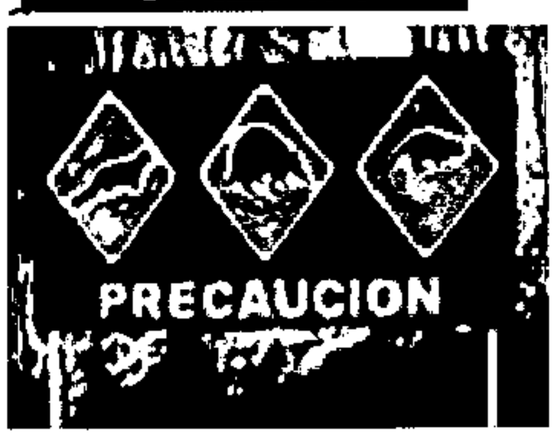
PROHIBIDO CAZAR



PROHIBIDO TALAR ARBOLES



PROHIBIDO ENCENDER FUEGO



Cabe resaltar que al i8nterior de la oficina y en la cafetería la señalización se realizara conforme está establecida en el Plan de Seguridad y Salud Laboral I de la Arenera

Lugar de aplicación	Toda el área de la Arenera

Responsable	Gestor Ambiental y Administrador y/o representante legal, personal de la Arenera

Indicadores	Porcentaje de señales instaladas /total de señales programadas

15. PROGRAMA DE CIERRE, REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN DE TIERRAS.

Aquí se describen las actividades a ser implementadas desde la preparación inicial hasta la ejecución de actividades de cierre final de la cantera. El cierre incluye la implementación de diferentes medidas tales como el desmantelamiento de instalaciones, estabilización física, recuperación y rehabilitación de suelo y revegetación.

El diseño de la cantera presenta una concepción orientada al uso futuro.

Un cierre no programado puede conducir a deterioro de medio ambiente, por lo tanto se realiza una planeación la cual cuenta con los siguientes planes:

15.1 PLAN DE CIERRE INICIAL

El Cierre y Abandono es el conjunto de actividades que deben ejecutarse para devolver a su estado inicial las zonas intervenidas por la actividad minera.

El presente plan incorpora las medidas orientadas a prevenir impactos ambientales y riesgos, incorpora recomendaciones acerca del uso y destino final del suelo, cumpliendo con las exigencias de la normativa ambiental vigente.

Arenera presenta el Plan de Cierre y Abandono como parte de su Política Ambiental y asume el compromiso de ejecutar las acciones necesarias para cerrar las operaciones sin objetar el hecho de ejecutar mejoras al presente plan, de acuerdo a las tecnologías existentes en la época en que se produzca el mismo.

15.2 Objetivos

El objetivo del Plan de Cierre y Abandono de la Arenera, es lograr que al culminar su vida útil, la existencia del proyecto, reduciendo los riesgos en la salud, en el ambiente a la vez que se cumple con la normatividad ambiental vigente.

15.3 Actividades de cierre

En las áreas explotadas: En los planos de explotación y readecuación morfológica y paisajística se muestra el diseño en general de la forma en que se dejará el terreno morfológicamente (muestran los perfiles y la forma esquemática de los drenajes y topografía final de los bloques), su uso parcial y definitivo será de acuerdo con lo planteado anteriormente: para uso de ganadería en la zona de explotación, en la zona de

botadero será para jardines y recreación sin apoyo de estructuras, mientras que en la zona baja de beneficio se deja un suelo con actitud y aptitud para urbanismo.

Los controles sociales y ecológicos luego del cierre, para la zona son: de responsabilidad del titular y propietario de la cantera y de los terrenos.

Estructuras: Para el desmonte de infraestructura se basa en la información acerca de las estructuras e instalaciones correspondientes a planta, mina, campamento y servicios en el área del proyecto, se realizará una clasificación, según cuenten o no con un valor económico así como la factibilidad de poder revalorizarlos, con el objeto de poder ser comercializadas e incluidas en otro ciclo productivo, de lo contrario se tomarán las medidas como demolición para llevar a botadero y/ o chatarrización para disponer de la misma

En cuanto a los servicios se quitará la energía completamente en todas las instalaciones del proyecto, tanto de servicios como de los procesos productivos de este modo se desmantelarán las redes de energía eléctrica, iluminarías presentes, se desmantelarán los sistemas de cañerías, tubos o ductos que se encuentren en el proyecto.

En cuanto a oficinas: se desmantelarán, luego se clasificarán los materiales remanentes para su revalorización, por medio de la recuperación de chatarra o disposición final.

Con respecto a las fundaciones y plataformas de concreto en las que están ensambladas la estructura de la planta de procesamiento de mineral, serán removidas hasta el nivel que existía originalmente.

o Se realizará un cierre perimetral de toda la unidad minera: áreas explotadas y zona de beneficio, a modo de impedir el acceso a ellos de personas o animales.

15.4 PROGRAMA DE CIERRE PROGRESIVO

Incluye las diferentes actividades relacionadas con el cierre del proyecto minero que son implementadas en forma progresiva durante la etapa de operación del proyecto; estas actividades fueron descritas de manera detallada en el PMA y en el capítulo de diseño de la explotación, las actividades mencionadas incluyeron: recuperación, rehabilitación y revegetación de los botaderos y de los bloques explotados.

15.5 ACTUALIZACIÓN PLAN DE CIERRE INICIAL

El Plan de Cierre Inicial será actualizado cada 5 años de conformidad con los avances de las actividades del plan de cierre progresivo y los resultados de sus investigaciones, las modificaciones al desarrollo del proyecto y todos aquellos aspectos que hubiesen cambiado en la operación con respecto a lo reportado en el PMA

y el plan de cierre inicial y que sean relevantes para efectos de los diferentes planes de cierre.

15.6 PLAN DE CIERRE FINAL

El cierre final de la explotación se realiza cuando se terminen la totalidad de las reservas mineras y se verifiquen condiciones donde las reservas marginales no sean explotables en el corto plazo, este plan de cierre incluye:

- Diseños geomorfológicos finales para el uso de la tierra, se muestra en los planos de explotación y readecuación morfológica y paisajística.

- Programa final de revegetación. se muestra en los capítulos de plan de manejo de suelo y flora.

- Se hará una evaluación del cumplimiento de los compromisos socio-económicos adquiridos con las comunidades de las áreas de influencia del proyecto, a fin de que la gerencia y titularidad del proyecto lleve a cabalidad y use los recursos necesarios para cumplir con lo estipulado en el presente estudio y que involucran el componente social.

- Asimismo se realiza una evaluación y se llevaran a cabo todas las actividades específicas para cumplir los compromisos ambientales adquiridos con los entes gubernamentales.

- Se deben construir abrevaderos para ganado vacuno, mientras que la zona para urbanismo se deberá adecuar de la manera que los diseños de urbanismo lo soliciten.

- Programa de monitoreo post-cierre: Este se realiza por parte del titular del proyecto o titular minero, El periodo estipulado para el monitoreo es de 2 años, los aspectos a monitorear son los mismos que los destacados para los recursos suelo, flora y socioeconómico planteados en el capítulo respectivo de monitoreo y seguimiento. Además se deberá tener en cuenta:

- Revisión del estado final de la readecuación morfológica y paisajística de la misma manera que en el plan de monitoreo y seguimiento definido con anterioridad.

- Revisión del estado de reforestación de la misma manera que en el plan de monitoreo y seguimiento definido con anterioridad.

- Revisión del cerramiento de la unidad minera.

- Funcionamiento de la actividad ganadera y otros usos definidos como el uso de urbanismo.

Los componentes residuales que permanecerán en el sitio después del cierre de la mina serian una finca para actividades ganaderas y una unidad para urbanismo la cual se define según las condiciones de ese momento dado.

Se consideran que existan otros componentes residuales de orden minero (como consecuencia de esta actividad) como:

Nueva vegetación y alguna nueva fauna atraída por esta, nuevo paisaje definido por recientes formas y colores, nuevas condiciones morfológicas dado el diseño minero, los elementos aire y agua no tienen este componente residual, mientras que el componente socio económico cambia de usos de suelo minero a ganadero y urbanismo.

16. PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

En efecto el monitoreo debe entenderse como la actividad que mide los efectos de la labores de operación de la cantera sobre los componentes ambientales mediante un registro periódico de datos basados en la toma de muestras y procesamiento estadístico de dicha información, como también la ejecución y desarrollo de las obras del proyecto minero, tanto en su concepción técnica de las obras a ejecutar como de la implementación de las medidas de mitigación o control ambiental, es decir, el monitoreo es una acción interna del proyecto, que debe formar parte integral de las labores cotidianas o permanentes a cargo de la empresa o personas a cargo y se realiza con el fin de verificar la eficacia de las medidas de manejo ambiental planteadas.

Este monitoreo tiene como objetivos:

- Verificar que las actividades de operación y explotación de la cantera, no originen alteraciones ambientales que excedan los estándares de calidad ambiental.
- Proporcionar información actualizada para complementar las medidas de corrección o mitigación de ser necesario.
- Cumplir la legislación ambiental del sector.

En cuanto al seguimiento, está referido a la identificación y cuantificación de los resultados o logros del proyecto minero en función de los objetivos propuestos. En este caso específico debe valorar los efectos del proyecto tanto técnicamente como en la aplicación de los trabajos de control, mitigación y rehabilitación ambiental.

El monitoreo se propone realizar periódicamente de acuerdo al desarrollo y necesidades del proyecto, que se ejecutará por parte del Gestor Ambiental y Administrador y/o representante legal, personal de la Arenera con el fin de tener seguridad de que se están implementando correctamente las medidas ambientales

propuestas en el Plan de Manejo Ambiental. Lo anterior acarreará beneficios para el proyecto y adecuación de la cantera, tendiendo siempre al control y disminución de la contaminación ambiental.

- Control sobre las labores de explotación. El responsable en campo o ingeniero residente verificará que las labores de extracción, cargue, conformación del terreno y talud final se estén ejecutando de acuerdo al diseño propuesto. El control se efectuará a diario.
- Control sobre el transporte interno y externo. El responsable en campo del proyecto o ingeniero residente, debe organizar el transporte interno y externo de los materiales mineros a extraer. Se inspeccionará que los vehículos no sean sobrecargados y que el material este convenientemente cubierto para evitar dispersión del material en la carretera y posibles accidentes. Debe también llevar un registro del número de camiones despachados y sus horarios entre los aspectos de interés para la empresa. Este control se efectuará a diario.
- Control de los sedimentadores. Se inspeccionará periódicamente el estado de colmatación de los sedimentadores con el fin de remover el sedimento antes de que ésta se colmate. El control y limpieza se realizará normalmente cada mes.
- Control sobre la vegetación. Se realizará una vigilancia en los programas de revegetalización y reforestación con especies adecuadas y técnicas silviculturales establecidas en el Plan de Manejo Ambiental. Este control se efectuará mensualmente.
- Mantenimiento tanque séptico.
- Así mismo se tendrán en cuenta las medidas planteadas en cada una de las fichas descritas anteriormente. y como se especifica en la matriz anexa "**CUMPLIMIENTO DE PLAN DE MANEJO AMBIENTAL**"

Esta matriz es un instrumento de evaluación y control, donde según el grado de cumplimiento de las diferentes actividades, se muestra las acciones que se deben de tomar al respecto así:

		Se require mantenimiento continuo
70% - 94.9%	Bueno	Se require mantenimiento continuo y seguimiento a compromisos
40% - 69.9%	Deficiente	Cumple parcialmente (requiere una intervención a mediano plazo)
0% - 59%	No aceptable	No cumple (requiere una intervención a corto plazo)

17. PLAN DE EMERGENCIA

17.1 ANALISIS DE RIESGOS

17.1.1 Definición

El riesgo se encuentra definido por dos conceptos básicos: amenaza y vulnerabilidad, entendiendo por AMENAZA, el peligro latente asociado a un fenómeno físico de origen natural o tecnológico que puede presentarse en un sitio específico y en un tiempo determinado, produciendo efectos adversos en las personas, los bienes y/o el medio ambiente. En otras palabras, significa la potencialidad de ocurrencia de un evento con un cierto grado de severidad; y por VUILNERABILIDAD, la predisposición intrínseca de un sujeto o elemento expuesto de sufrir daño por la ejecución, en este caso en particular, el desarrollo del proyecto. En conclusión, el RIESGO se define como la probabilidad de ocurrencia de un evento que genere un nivel de daño a los elementos expuestos y se expresa conceptualmente como:

$R = A * V$

En el presente trabajo se pretende realizar una identificación de riesgos y hacer una descripción de los posibles eventos que tiene probabilidad de ocurrencia durante la ejecución del proyecto y como se deberían manejar en caso de materializarse.

17.2 OBJETIVO

Un análisis de riesgo busca identificar los peligros o la probabilidad de ocurrencia de un evento no deseado, para poder juzgar sus consecuencias y por ende su aceptabilidad.

Esta evaluación demanda la identificación de las amenazas naturales asociadas a los componentes medioambientales y las amenazas tecnológicas asociadas a las actividades del proyecto, tanto constructivas como operativas. La oferta ambiental identificada a través de la caracterización o análisis de la línea base ambiental dará los elementos necesarios para la evaluación de la vulnerabilidad del entorno en relación con las amenazas identificadas.

17.3 METODOLOGIA

Se pueden identificar varias etapas en la elaboración de un análisis de riesgo:

- Identificación de los peligros latentes y las características del medio donde ellos se puedan dar; el análisis se realiza a partir de las actividades, acciones y situaciones del proyecto que conforman el escenario de riesgo.

- Identificación de las amenazas ya sean de tipo natural o antrópico, asociadas a las distintas etapas de desarrollo del proyecto como la construcción, operación, desmantelamiento.
- Estimación de los efectos y consecuencias de evento indeseado
- Identificación, implementación y monitoreo de las medidas remediales seleccionadas para reducir la probabilidad o controlar las consecuencias de los eventos indeseados. Con base en esta información se diseñan los planes de contingencia o planes de prevención y atención de desastres, cuyo objetivo general es establecer los mecanismos generales de manejo de estos eventos, responsabilidades y procedimientos para su actuación.

17.4 IDENTIFICACION DE AMENAZAS

Estas pueden ser debidas a causas naturales o las surgidas por el desarrollo del proyecto (antrópicas).

17.4.1 Amenazas debidas a causas naturales

Los riesgos relacionados con amenazas naturales son todos aquellos sobre los cuales el minero no puede hacer nada por evitarlas, pero si puede buscar mecanismos para mitigarlos. De esta forma el trabajo que se adelante en la zona debe estar fundamentado en estudios técnicos y bajo parámetros que aseguren la buena marcha de la obra.

Los riesgos naturales no son fácilmente previsibles, no obstante es necesario tener en cuenta los siguientes eventos:

- Los movimientos sísmicos o terremotos. Esta amenaza puede incidir directamente sobre la estabilidad del talud, infraestructura existente.
- Presencia de altas precipitaciones que llegan a colmatar los pozos o lagunas de sedimentación; también estos eventos pueden generar derrumbes, avalanchas o inestabilidades en la zona.

17.4.2 Amenazas antrópicas

Las amenazas antrópicas, son causados por la intervención directa o indirecta de las obras. Dentro de éstas se encuentran las fallas en la construcción y operación, incendios, inestabilidad, problemas en la operación de maquinaria, etc., que por desconocimiento o negligencia del personal vinculado al proyecto se puedan cometer.

En general se detectaron las siguientes situaciones:

- Problemas de estabilidad de taludes

Se pueden presentar problemas de estabilización de taludes en el frente de explotación, se pueden generar movimientos de tierra muy localizados que pueden poner en riesgo la vida de los colaboradores del proyecto.

- Taponamiento de canales, cunetas y zanjas

En caso de un eventual aguacero su falta de mantenimiento puede generar caos, problemas de inundación dentro del predio, inestabilidad de taludes, entre otros.

- Accidentes con la operación y manejo de Equipos

Durante la obra se pueden presentar accidentes, los de mayor probabilidad de ocurrencia son los accidentes de trabajo del personal vinculado al proyecto, para los cuales el responsable y propietario del proyecto deberá implementar y cumplir todas las disposiciones legales vigentes que permitan garantizar una adecuada y oportuna prevención de accidentes de trabajo así como de enfermedades profesionales.

- Entrada y salida de volquetas al sitio de cantera

Si los conductores de los vehículos que transportan el material no cumplen con las normas mínimas, como es el de conducir a velocidad reducida y pendiente de cualquier imprevisto con el fin de tener una muy buena y rápida reacción en caso de presentarse algún tipo de inconveniente.

- incendios

El incendio puede definirse como una oxidación rápida con evolución de calor y luz. Las causas de un incendio pueden ser pero su origen se restringe a un agente químico, físico, mecánico, biológico, eléctrico o térmico. Igualmente veranos muy severos pueden generar las condiciones propicias para el inicio de incendios.

- Volcamiento de vehículo de carga

Esta amenaza siempre estará presente en este tipo de industria debido al uso de vehículos de carga para operaciones de transporte ya sean internas o externas, por lo general este se produce por fallas en la conducción de los vehículos o por falta de mantenimiento de los mismos.

- Derrame de combustible

Los volúmenes de combustibles a manejar en la zona son muy pequeños, pues el mantenimiento de la maquinaria no se realizará en la zona; como combustible solo se manejará el utilizado por los equipos cuyo desplazamiento hasta los centros de servicio se torne dispendioso o no sea posible (retroexcavadora).

- Colapso del sistema de tratamiento de aguas residuales

El proyecto contará con su propio sistema de tratamiento de aguas residuales, el cual puede llegar a colapsar y generar contaminación de aguas superficiales.

17.5 VULNERABILIDAD

El análisis de vulnerabilidad es un proceso mediante el cual se determina el nivel de exposición y la predisposición a la pérdida de un elemento o grupo de elementos ante una amenaza específica, contribuyendo al conocimiento del riesgo a través de interacciones de dichos elementos con el ambiente peligroso.

Los elementos bajo riesgo son el contexto social y material representado por las personas y por los recursos y servicios que pueden ser afectados por la ocurrencia de un evento, es decir, las actividades humanas, los sistemas realizados por el hombre tales como: edificaciones, líneas vitales o infraestructura, centros de producción, utilidades, servicios y gente que los utiliza.

Para el presente proyecto de explotación se establecen las siguientes prioridades de protección, o elementos que podrían llegar a sufrir daño en caso de la materialización de algunas de las amenazas anteriores:

- Las vidas humanas de las personas que laboran y operan en el área del proyecto, así como de las personas que transitan dentro de su área de influencia directa.
- Infraestructura local propia del proyecto e infraestructura regional, tales como: vías de acceso principalmente.
- Ecosistema circundante

17.6 PLAN DE CONTINGENCIA

La atención de estos riesgos en sus distintas fases, está representada en la formulación y diseño de un Plan de Contingencia, el cual presentará el alcance necesario para la atención de cada evento. El plan de contingencia establecerá los procedimientos organizativos y operativos necesarios para la prevención de los eventos, atención de los desastres y recuperación de las zonas afectadas después del evento.

Al presentarse una contingencia ya sea por causa directa de las labores de explotación o por causas ajenas a esta, el Administrador Y/ Representante legal debe actuar de la siguiente manera:

- Evaluar la situación presentada y determinar las medidas o acciones inmediatas de atención.

- Definir si se debe informar a la entidad competente, como a la alcaldía del municipio, policía, bomberos, hospitales o centros de salud, sobre el evento presentado.
- Establecer los recursos adicionales (humanos y equipos) necesarios para atender dicha contingencia.
- Evaluar las acciones a seguir una vez terminada la contingencia.

Para implementar estos programas se deberá conformar un Grupo de Respuesta con el fin de lograr una rápida y eficaz respuesta a las contingencias consideradas; este comité estará integrado por personal de planta, directivo y operativo. Este grupo de personas debe estar debidamente entrenado y capacitado para operar el Plan en forma inmediata cuando se dé aviso de una contingencia en el frente de obra.

El Grupo estará conformado por Administrador Y/ Representante legal, quien deberá asumir la responsabilidad en caso de presentarse una emergencia, así mismo será el vocero ante la comunidad y las autoridades; deberá estar al frente de la operación y capacitación del grupo de respuesta.

En caso de materializarse cualquiera de las amenazas planteadas, el ingeniero encargado del proyecto debe poner en marcha el plan de acción que se detalla a continuación:

- **Riesgo Sísmico**

Es importante anotar que una de las amenazas más importantes que se deben considerar en el municipio de Bello es la sísmica, teniendo en cuenta que este municipio se encuentra localizado en una zona clasificada, según el Mapa de Amenaza Sísmica de Colombia del Ingeominas, como de amenaza intermedia.

En este caso en particular se expone el personal que labora en la cantera, así como los equipos e instalaciones allí localizadas a fenómenos de remoción en masa. La probabilidad de ocurrencia se califica como ocasional, además de que el evento sería de corta duración. La única forma de prevenir o atenuar la materialización este riesgo es trabajando con las condiciones de seguridad establecidas por el análisis de estabilidad.

Teniendo en cuenta que este riesgo es inevitable, se establece como plan de contingencia los siguientes pasos:

Contar con el equipo básico para atención de emergencias, el cual consiste básicamente en: radio portátil, extintor manual y botiquín de primeros auxilios.

- Accionar grupo de respuesta
- Evaluar la magnitud del evento
- Verificar la afectación de la infraestructura
- Evaluar los costos de afectación

En caso de afectación de vidas humanas se recomienda coordinar con el centro de salud u hospital más cercano el traslado de los lesionados.

- **Problemas geotécnicos**

Para contrarrestar esta amenaza se adelantarán las labores de adecuación siguiendo el diseño minero previamente establecido, "*La altura del banco de trabajo es la distancia vertical entre dos niveles y está regida por el alcance de los equipos de arranque, los aspectos geotécnicos y la experiencia adquirida de que se tiende de los trabajos anteriores se tiene que la altura de los bancos debe ser menor a 10 metros, en nuestro diseño será de 10 metros de altura, con un ángulo de trabajo máximo de 50º.*" Estos taludes según el análisis de estabilidad no tendrán problemas de estabilidad.

En los taludes finales resultantes se adelantarán labores de empradización y revegetalización con el fin de contrarrestar los fenómenos erosivos.

Habrá un adecuado sistema para el manejo de aguas de escorrentía mediante la construcción de zanjas en taludes y en general en toda el área intervenida por el proyecto, con sus respectivos disipadores de energía.

- **Taponamiento de canales, cunetas y zanjas**

Se prevé el desarrollo de inspecciones visuales en especial en aquellos sectores donde exista movimiento de material o luego de fuertes precipitaciones. Será necesario el mantenimiento periódico de desagües y cunetas.

- **Entrada y salida de volquetas al sitio de cantera**

Los riesgos se pueden minimizar y controlar con una adecuada señalización de la zona.

Con el objeto de advertir, identificar, guiar e indicar a los usuarios y empleados se adelantará una campaña de señalización vial en la zona de influencia directa de la cantera, para lo cual se instalarán avisos de tipo informativo, prohibitivo y preventivo, en colores reflectivos de acuerdo a las normas de tránsito que rigen el país.

La señalización deberá mantenerse limpia y será reemplazada a medida que se vaya deteriorando.

- **Riesgos por Accidentes**

Para la minimización y reducción de accidentes se deben seguir los siguientes pasos de prevención:

- Capacitar al personal sobre la operación de equipos
- Establecer un programa de mantenimiento de equipos que incluya la revisión de frenos y motor, ajustes de piezas, el funcionamiento de las señales ópticas y auditivas de reversa de toda la maquinaria y equipos utilizados, entre otras.
- Dotar al personal de los elementos de seguridad industrial, y exigir su utilización siempre que se encuentre dentro del área de trabajo.

En caso de alguna contingencia se deberá:

- Activar grupo de respuesta
- Coordinar con los centros de salud más cercanos para el traslado de los implicados, si hay afectación de vidas humanas.
- Posteriormente se deberán evaluar las causas de la contingencia y se implementarán las medidas de prevención necesarias para que estos eventos, en lo posible no vuelvan a ocurrir.

Riesgo de Incendio

Se debe contar como mínimo con un extintor de incendio para controlar cualquier conato de incendio. Las medidas de prevención son: manejo adecuado de los combustibles en áreas abiertas lejos de fuentes de ignición y uso de recipientes apropiados para su transporte y trasvase a la maquinaria y equipos.

Teniendo en cuenta que éstos se pueden generar por acciones voluntarias o involuntarias del personal que labora en la obra, se plantea como medidas preventivas las siguientes:

- Contar con el equipo básico para atención de emergencias, el cual consiste básicamente en: radio portátil, extintor manual y botiquín de primeros auxilios.
- Organizar las áreas de oficinas de manera que aquellos elementos que arden con mayor facilidad se almacenen en sitios adecuados y alejados de concentraciones masivas de personal, tales como las viviendas aledañas.
- Verificar periódicamente la carga del extintor de manera que se pueda operar sin mayores contratiempos, en caso de necesidad.

Ante una contingencia de este tipo se recomienda:

- Mantener la calma
- Evacuar el lugar de manera inmediata
- Apagar el incendio, procurando aislarlo de otras zonas que revistan alto riesgo
- Evaluar la magnitud del evento
- Verificar la afectación de la infraestructura

En caso de afectación de vidas humanas se recomienda coordinar con el centro de salud más cercano el traslado de los lesionados.

Derrames Accidentales de Aceites y Combustibles

El combustible se manejará en tanques de 100 galones, apropiados para este uso y que permitan su trasvase seguro a los depósitos o tanques de combustibles de los equipos.

Cualquier derrame de combustible debe ser contenido y recogido con material absorbente (aserrín) y depositado en una caneca dentro de una bolsa plástica, al igual que el material del suelo y los trapos contaminados.

18. BIBLIOGRAFÍA

CONESZ FERNANDEV, Vicente. Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental. 3ª Edición. 1997.

GONZALES ALONSO, Santiago. Guía metodológica para la elaboración de estudios de impacto ambiental. Ministerio de obras públicas y transporte y medio ambiente. 1995.

INSTITUTO TECNOLOGICO Y GEOMINERO DE ESPAÑA (ITGE). Evaluación y corrección de impacto ambiental. 1991.

INSTITUTO TECNOLOGICO Y GEEOMINERO DE ESPAÑA (ITGE). Manual de restauración de terrenos y estudios de impacto ambiental. 1991.

INSTITUTO TECNOLOGICO Y GEEOMINERO DE ESPAÑA (ITGE). Mecánica de rocas. 1992.

HARRISON, Lee. Manual de auditoría ambiental. Mc Grow Hill. 1998. PULIDO, José. Hidrología práctica. Ormo SA ediciones. 1998. DONEZAR, Ulzurum. Estudio de suelos y evaluación de tierras. 1985.
FIKSEL, Joseph. Ingeniería de diseño medioambiental. Mc Grow Hill. 1998.

VILLOTA, Hugo. Geomorfología, aplicaciones a levantamientos edafológicos y zonificación física de las tierras. Primera parte. Santafe de Bogota, D.C. 1991.

CUBILLOOS, S. Geomorfología. 1992

LAURICE, Safaris. Geomorfología. Ediciones Ariel SA. Barcelona. 1991.

BOWLES, J. Manual de laboratorio de suelos en ingeniería civil. 3ª edición. 1991.

NOVITZKI, Alejandro. Transporte y extracción en minería a cielo abierto. 2ª edición. Buenos Aires. 1996.

NOVITZKI, Alejandro. Minería a cielo abierto y su planificación. Buenos Aires.

1996.

GEOGE, Joung. Elementos de minería. Gustavo Gili ediciones. 1991. HOEK, Brown. Excavaciones subterráneas en roca. 1978.

MINISTERIO DE MINAS Y MEDIO AMBIENTE. Guía minero ambiental para la exploración, explotación, beneficio y transformación. 2002.

http://www.ideam.gov.co/

http://www.humboldt.org.co/

http://www.dimar.mil.co/

http://wwwsupertransporte.gov.co/

http://www.mintransporte.gov.co/

http://www.minminas.gov.co/

http://www.mincultura.gov.co/

http://www.mininteriorjusticia.gov.co/

http://www.dane.gov.co/

http://www.metropol.gov.co/

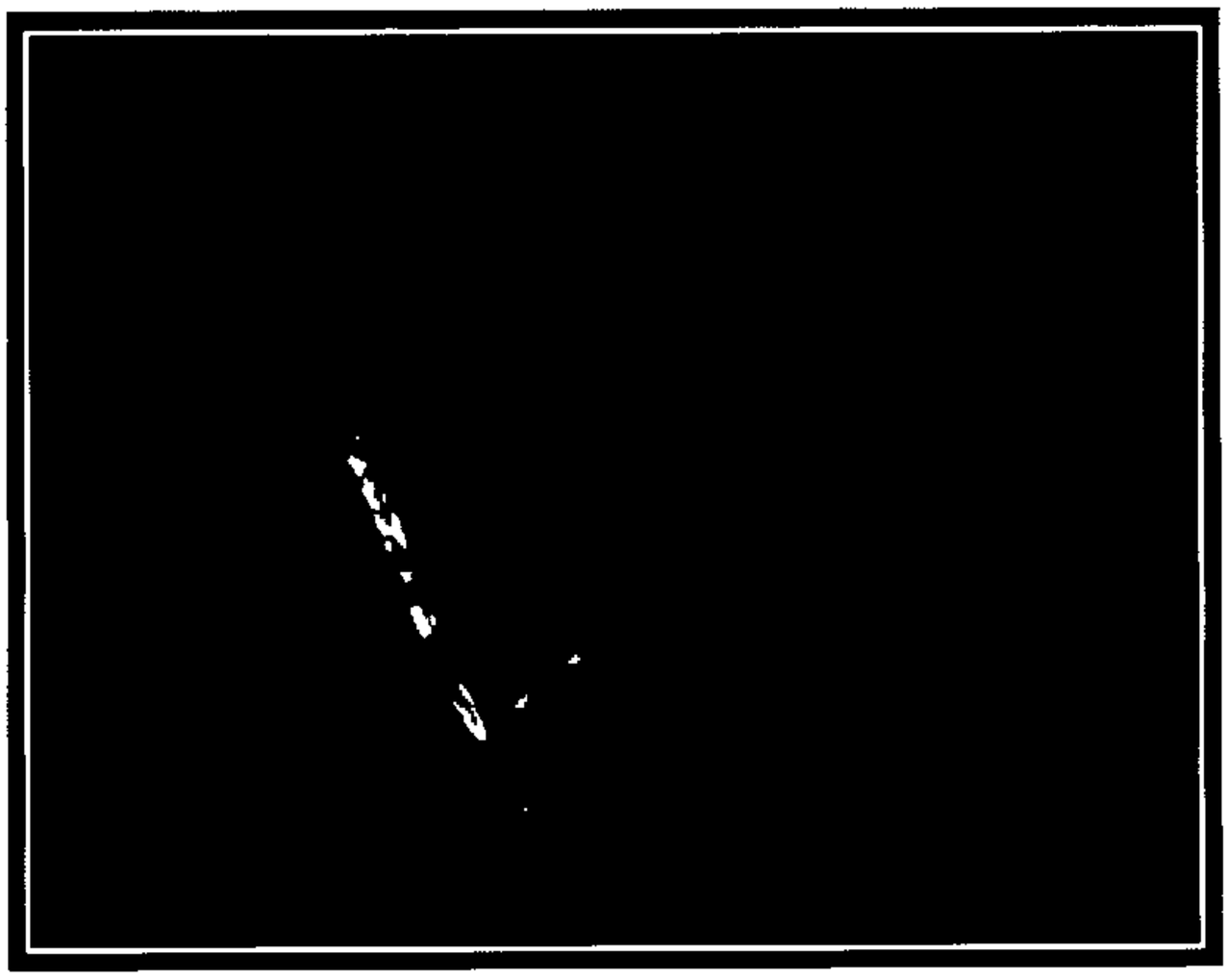
http://www.bello.gov.co/

ANEXOS 1

Fotografías

Aves observadas durante el monitoreo

Pava Chillona/ Chamaepetes goudotii/Cracidae/ (Alexander Rivera)



Guacharaca/ Ortalis motmot/Cracidae/ (Alexander Rivera)



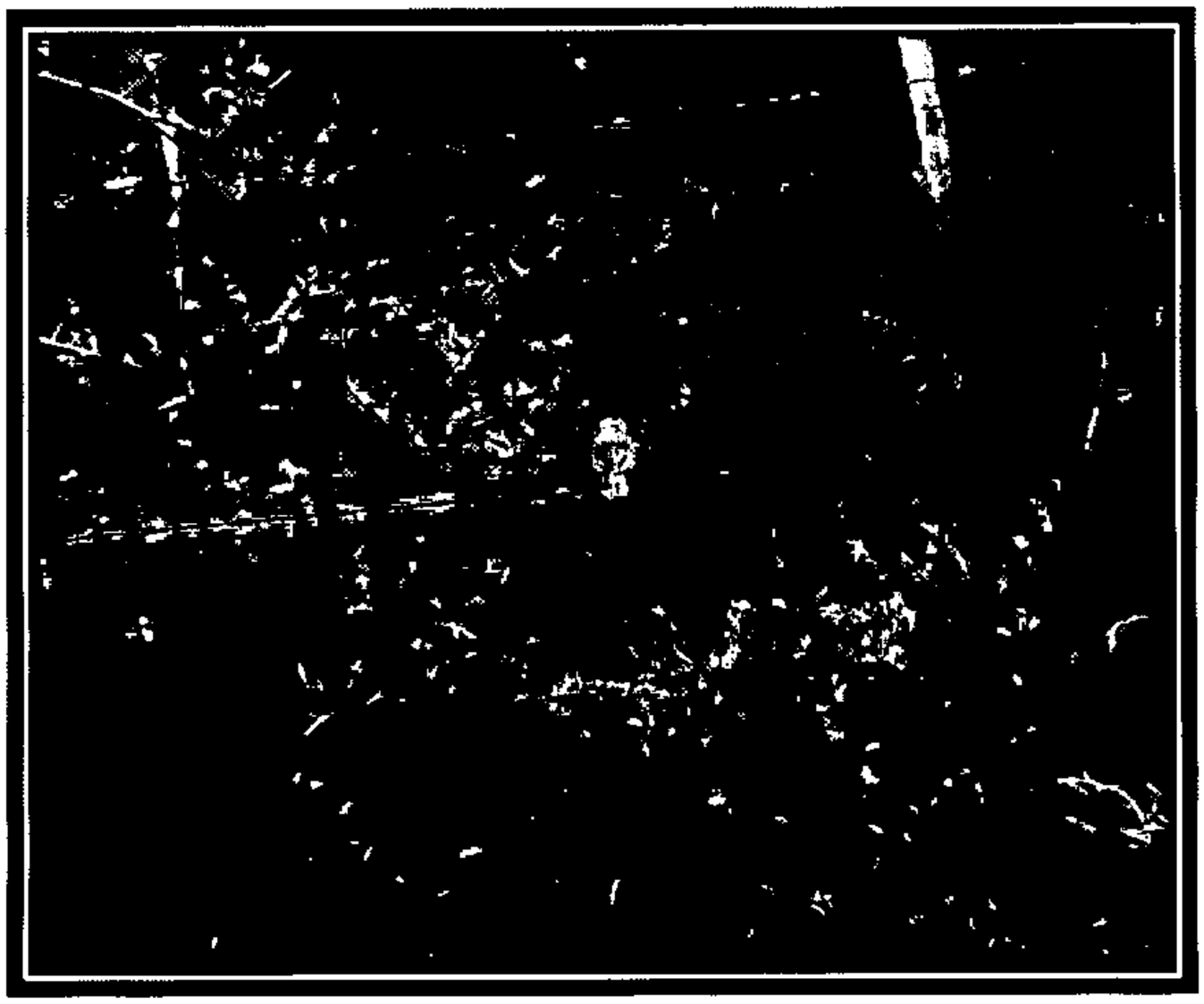
Gallinacito/ *Sayornis nigricans*/ Tyrannidae/ (Alexander Rivera)



Azulejo/ *Thraupis episcopus* / Thraupidae / (Alexander Rivera)



Canario/ *Sicalis flaveola*/ Emberizidae / (Alexander Rivera)



Pechirrojo/ *Pyrocephalus rubinus*/ Tyrannidae / (Alexander Rivera)



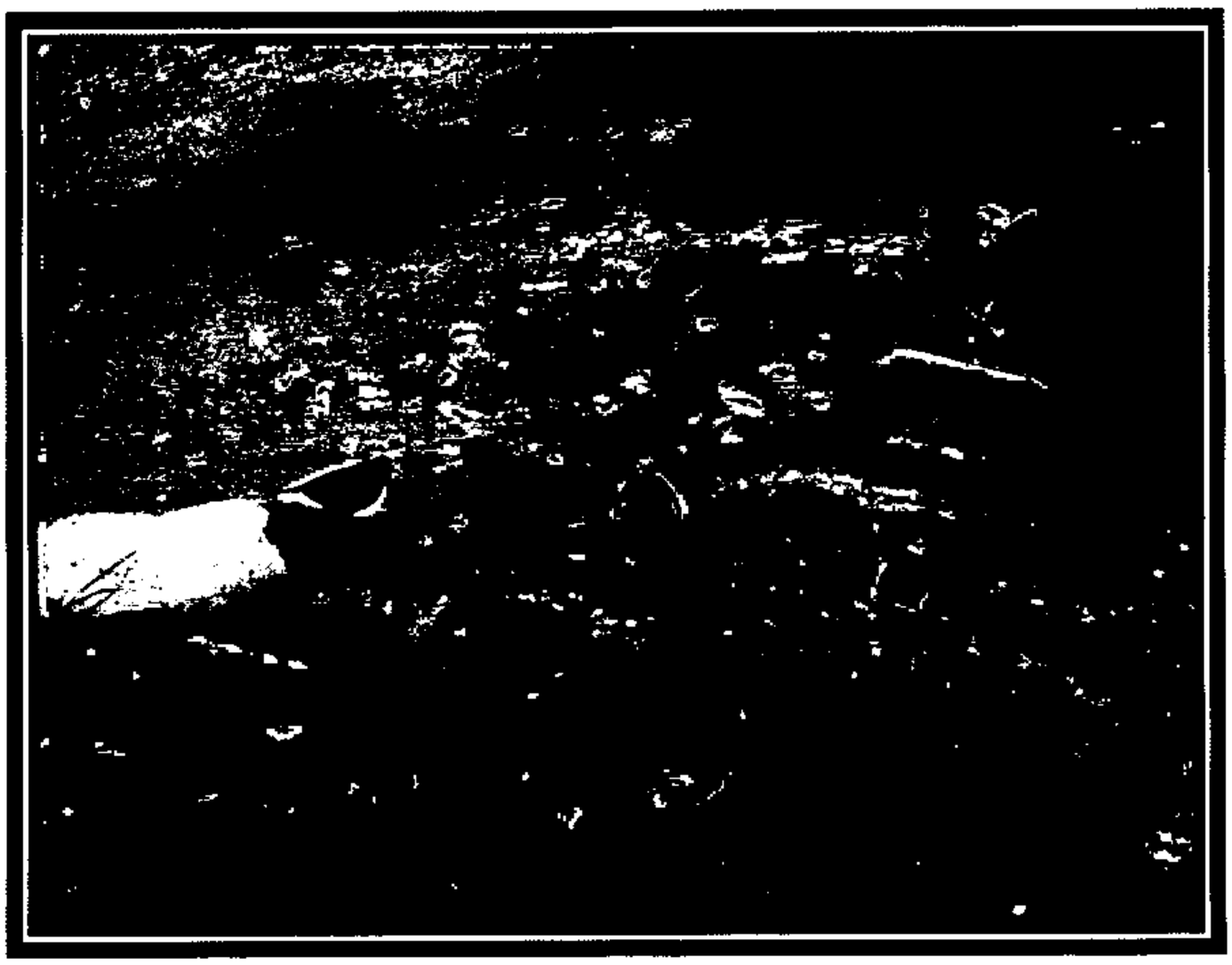
Siriri/ *Machetornis rixosa*/ Tyrannidae / (Alexander Rivera)



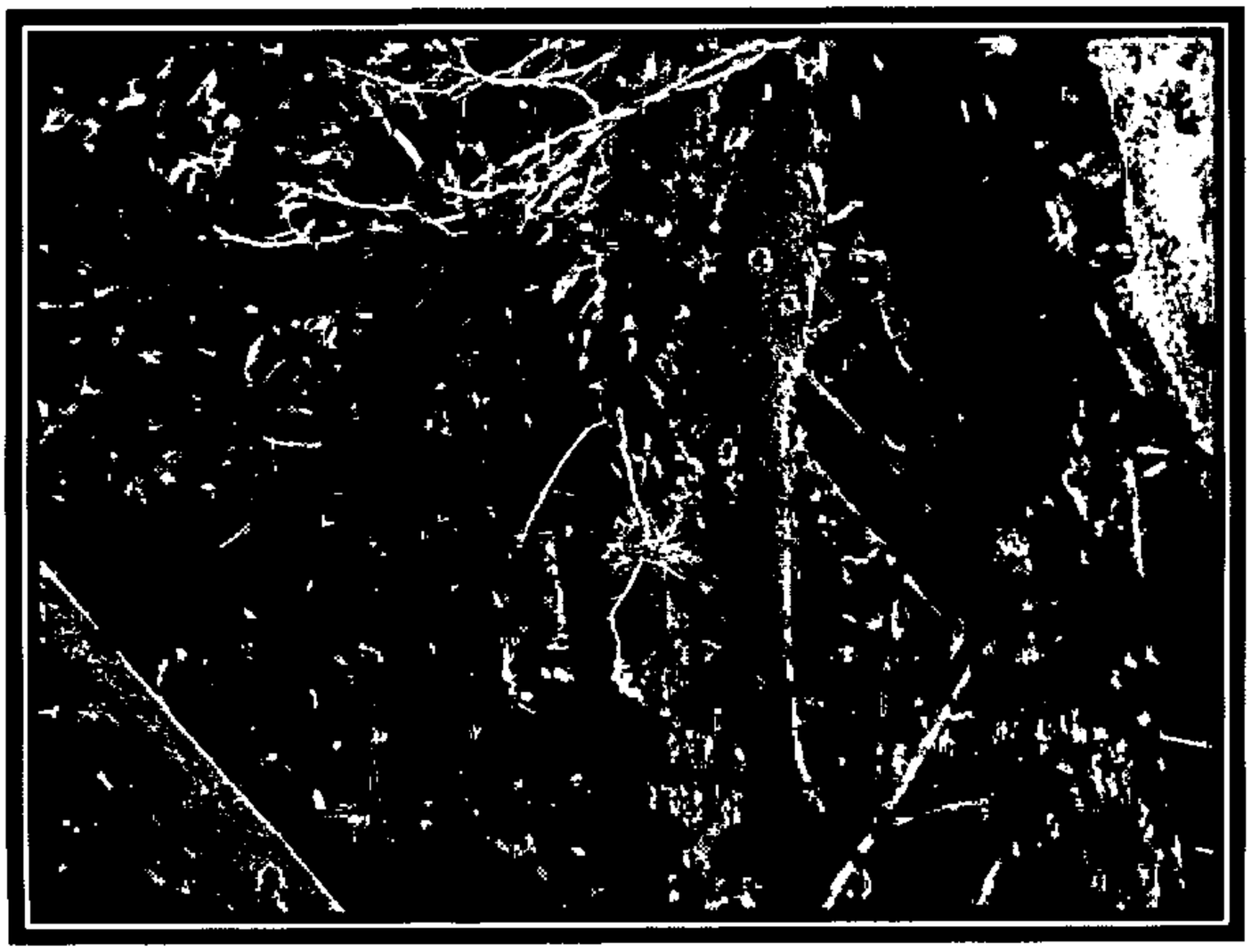
. Mayo / *Turdus ignobilis* / Turdidae / (Alexander Rivera)



Tortolita rojiza / *Columbina talpacot* / Columbidae / (Alexander Rivera)



Tangara/ *Piranga rubra*/ Cardinalidae / (Alexander Rivera)



Flora representativa de la Arenera los Builes.



Erythrina fusca
Fabaceae



Byrsonima crassifolia.
Malpighiaceae



Ricinus communis
Euphorbiaceae



Musa spp
Musaceae



Centratherum spp
Asteraceae



Solanum spp
Solanaceae



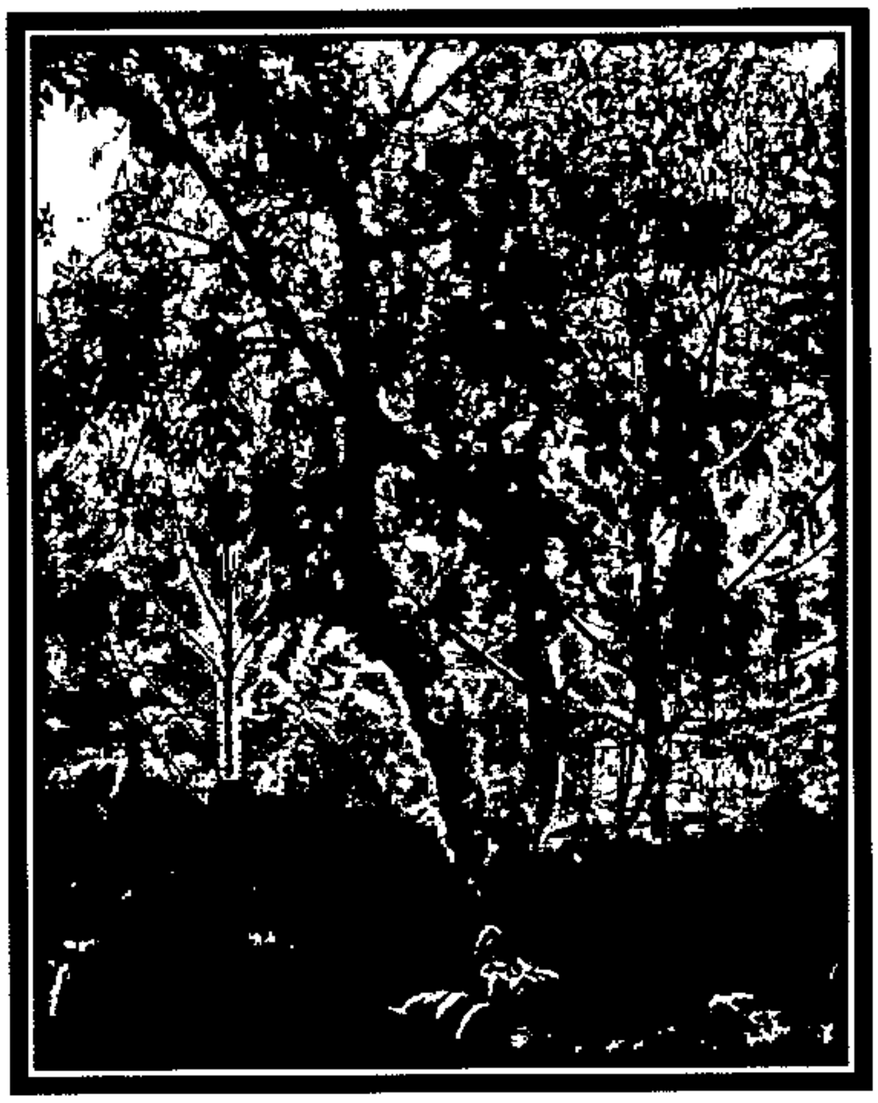
Euphorbia cotinifolia
Euphorbiaceae



Persea spp
Lauraceae



Ficus lyrata
Euphorbiaceae



Spondias mombin
Anacardiaceae



Clusia spp



Cecropia sp.

Clusiaceae



Inga spp
Fabaceae

Urticaceae



Citrus spp
Rutaceae