

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE CEMENTO

CEMENTOS COLOMBIANOS S.A.S. (CEMCOLSA)



Municipio de San Luis – Tolima

**Bogotá, D.C.
15 de Diciembre de 2010**

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO.....	19
1 GENERALIDADES	27
1.1 INTRODUCCIÓN.....	27
1.2 OBJETIVOS.....	30
1.2.1 Objetivo general	30
1.2.2 Objetivos específicos	30
1.3 ANTECEDENTES.....	31
1.4 MARCO NORMATIVO.....	34
1.5 ALCANCES.....	51
1.6 METODOLOGÍA.....	52
2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	55
2.1 LOCALIZACIÓN	55
2.2 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES.....	56
2.2.1 Instalaciones del proyecto	56
2.2.2 Suministro y despacho de materias primas y productos	66
2.2.3 Características técnicas de la planta de procesamiento.....	68
2.2.4 Diseño de proceso	78
2.2.5 Balance de masa: materias primas y molienda de cemento y crudo	81
2.2.6 Balance térmico: torre de pre-calentamiento.	90
3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	105
3.1 ÁREAS DE INFLUENCIA	105
3.1.1 Área de influencia directa (AID).....	105
3.1.2 Área de influencia indirecta (AII)	105
3.2 MEDIO ABIÓTICO	105
3.2.1 Geología	105
3.2.2 Geomorfología	119
3.2.3 Suelos	125
3.2.3.1 Área de Influencia Indirecta	125
3.2.3.2 Área de Influencia Directa	147
3.2.4 Uso y cobertura actual del suelo	157
3.2.5 Conflictos de uso del suelo	169
3.2.6 Hidrología	171
3.2.7 Calidad del agua.....	178
3.2.8 Hidrogeología.....	198
3.2.9 Geotecnia.....	199
3.2.10 Atmósfera.....	210
3.2.10.1 Clima	210
3.2.10.2 Balance hídrico.....	219
3.2.10.3 Calidad de aire.....	222
3.2.10.4 Ruido	230
3.2.11 Paisaje	234
3.3 MEDIO BIÓTICO	242
3.3.1 Ecosistemas Terrestres	242

3.3.1.1	Flora	242
3.3.1.2	Fauna	250
3.4	MEDIO SOCIOECONOMICO.....	291
3.4.1	Lineamientos de Participación	291
3.4.1.1	Área de Influencia Indirecta (AII).....	291
3.4.1.2	Área de Influencia Directa (AID).....	291
3.4.2	Dimensión demográfica	292
3.4.2.1	Área de Influencia Indirecta (AII).....	292
3.4.2.2	Área de Influencia Directa (AID).....	303
3.4.3	Dimensión espacial	304
3.4.3.1	Área de Influencia Indirecta (AII).....	304
3.4.3.2	Área de Influencia Directa (AID).....	332
3.4.4	Dimensión económica.....	336
3.4.4.1	Área de Influencia Indirecta (AII).....	336
3.4.4.2	Área de Influencia Directa (AID).....	348
3.4.5	Dimensión cultural	348
3.4.5.1	Área de Influencia Indirecta (AII).....	348
3.4.5.2	Área de Influencia Directa (AID).....	353
3.4.6	Dimensión político organizativa	354
3.4.6.1	Área de Influencia Indirecta (AII).....	354
3.4.6.2	Área de Influencia Directa (AID).....	355
3.4.7	Tendencias del desarrollo.....	356
3.4.8	Información sobre la población a reasentar	357
3.5	ZONIFICACIÓN AMBIENTAL Y SENSIBILIZACIÓN AMBIENTAL	357
3.5.1	Zonificación ambiental.....	357
3.5.2	Sensibilidad ambiental	358
3.5.2.1	Sensibilidad del Medio Físico	359
3.5.2.2	Sensibilidad del Medio biótico.....	362
3.5.2.3	Sensibilidad del Medio Socioeconómico	363
3.5.3	Mapa de sensibilidad.....	367
4	DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES.....	369
4.1	REQUERIMIENTOS DE AGUA.....	369
4.2	CONCESIÓN DE AGUAS.....	370
4.3	VERTIMIENTOS	371
4.4	EMISIONES.....	371
4.5	RUIDO AMBIENTAL	372
4.6	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.....	377
4.7	APROVECHAMIENTO FORESTAL	377
4.8	RESIDUOS SÓLIDOS.....	377
5	EVALUACIÓN AMBIENTAL	379
5.1	ANÁLISIS DE IMPACTOS.....	380
5.1.1	Evaluación de Impactos sin Proyecto.	380
5.1.1.1	Identificación de Actividades Actuales.....	381
5.1.1.2	Identificación de Impactos Ambientales.....	384

5.1.2	Identificación de aspectos e impactos ambientales del Proyecto	384
5.1.2.1	Identificación de actividades	385
5.1.2.2	Determinación de la Significancia de los Aspectos e Impactos Ambientales.	389
6	ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL	399
6.1	DEFINICIÓN DE ZONAS DE MANEJO	399
6.1	ZONIFICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	400
7	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.....	405
7.1	PROGRAMAS DEL MEDIO FÍSICO.....	409
7.2	PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y/O ADECUACIÓN DE LOTES	423
7.3	PROGRAMAS DEL MEDIO BIÓTICO.....	427
7.4	PROGRAMAS DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO	431
8	PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO.....	441
8.1	CALIDAD DEL AGUA Y DE LOS RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS DE LAS CORRIENTES AFECTADAS POR EL PROYECTO.	441
8.2	CONTROL Y VERIFICACIÓN DEL ESTADO DE LA VEGETACIÓN	443
8.3	CONTROL Y VERIFICACIÓN A LA PROHIBICIÓN DE LA CAZA Y COMERCIALIZACIÓN DE FAUNA.....	443
8.4	MONITOREO DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS.....	444
8.4.1	Aguas Residuales.	444
8.4.1.1	Aguas Residuales Industriales.....	444
8.4.1.2	Aguas Residuales Domésticas.....	444
8.4.1.3	Aguas de Consumo.....	445
8.4.2	Residuos domésticos e industriales.....	445
8.5	MONITOREO DE RUIDO Y EMISIONES ATMOSFÉRICAS.....	445
	CIVIL DE LA EMPRESA	449
9	PLAN DE CONTINGENCIA.....	459
9.1	ANÁLISIS DE RIESGOS	459
9.1.1	Identificación de los escenarios de riesgo	460
9.1.2	Evaluación de la Vulnerabilidad	460
9.1.2.1	Vulnerabilidad ambiental	460
9.1.2.2	Vulnerabilidad de las instalaciones	462
9.1.3	Identificación de las amenazas	464
9.1.3.1	Amenaza sísmica.....	465
9.1.3.2	Amenaza por aguaceros torrenciales o tormentas	465
9.1.3.3	Amenaza por incendios en la pila de carbón	466
9.1.4	Definición de posibles eventos.....	466
9.2	PLAN DE CONTINGENCIA.....	470
9.2.1	Estrategias Preventivas.....	470
9.2.2	Estrategias para la Respuesta	472
9.2.3	Plan Operativo.....	493
10	PLAN DE ABANDONO Y RESTAURACIÓN.....	511
11	PLAN DE INVERSIÓN DEL 1%.....	513
12	BIBLIOGRAFÍA	515

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1.	Certificados de acreditación ante el IDEAM de ACS y Quimicontrol, datos y certificados de calibración de las estaciones de monitoreos de aire y hojas de análisis de laboratorio	519
Anexo 2.	Certificados de calibración y planilla de campo del monitoreo de ruido ambiental.....	549
Anexo 3.	Licencias ambientales de las concesiones mineras que suministrarán materiales al proyecto	555
Anexo 4.	Planos	567

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1.	Edificaciones Civiles	56
Tabla 2-2.	Implementos de la Cafetería	61
Tabla 2-3.	Fuente de ruido del proyecto.....	72
Tabla 2-4.	Capacidad esperada del horno	88
Tabla 2-5.	Formación laboral en la etapa constructiva	101
Tabla 3-1.	Uso de los recursos minerales actuales y potenciales del Municipio de San Luis	116
Tabla 3-2.	Coordenadas planas de las estaciones de monitoreo.....	150
Tabla 3-3.	Reporte de los resultados del análisis fisicoquímico de suelos.....	153
Tabla 3-4.	Niveles permisibles para Hg y Ni. Guías Holandesa VROM (2000)	155
Tabla 3-5.	Niveles medios de metales pesados y trazas en suelos.....	156
Tabla 3-6.	Límites máximos permisibles de contaminación en suelos. NOM-EM-138-ECOL (2002)	157
Tabla 3-7.	Esquema de la simbología utilizada en el estudio de uso y cobertura actual del suelo.....	158
Tabla 3-8.	Uso y cobertura actual del suelo en el Municipio de San Luis (Tolima).....	166
Tabla 3-9.	Cuencas, subcuencas, microcuencas y tributarios del Municipio de San Luis	172
Tabla 3-10.	Características hidrológicas de los cauces	174
Tabla 3-11.	Microcuencas potenciales para el abastecimiento de agua	175
Tabla 3-12.	Cuencas, microcuencas y causales concesionados por Cortolima a Diciembre de 1999.....	177
Tabla 3-13.	Sistios de muestreo para análisis fisicoquímico y bacteriológico en el Río Luisa.....	178
Tabla 3-14.	Sitios de muestreo para análisis fisicoquímico y bacteriológico de aguas subterráneas para consumo humano	178
Tabla 3-15.	Coordenadas planas de las estaciones de monitoreo.....	181
Tabla 3-16.	Sensibilidad de los equipos usados en campo.....	182
Tabla 3-17.	Reporte de los resultados del análisis fisicoquímico del Río Luisa.....	183
Tabla 3-18.	Reporte de los resultados del análisis fisicoquímico de los sedimentos del río Luisa	194
Tabla 3-19.	Sismos con magnitud $m_s > 5$ ocurridos entre 1566 y 1987 dentro de un círculo de 150 km de radio alrededor del municipio de San Luis (Tolima). ...	206
Tabla 3-20.	Cálculo de la precipitación media por el método de isoyetas.....	214
Tabla 3-21.	Temperatura promedio anual e isotermas de las estaciones seleccionadas	215
Tabla 3-22.	Cálculo de la temperatura media por el método de isotermas Municipio de San Luis	216
Tabla 3-23.	Clases de clima según factor de lluvia.....	217
Tabla 3-24.	Modelo climático de Caldas.....	217
Tabla 3-25.	Cálculo de la evapotranspiración potencial (ETP) por el método de Thornthwaite para la estación "Buenos Aires"	218

Tabla 3-26.	Cálculo de la evapotranspiración potencial (ETP) por el método de Thornthwaite para la estación La Resaca.....	219
Tabla 3-27.	Cálculo de la evapotranspiración potencial (ETP) por el método de Thornthwaite para la estación Valle de San Juan	219
Tabla 3-28.	Resumen de los detalles relativos al muestreo de calidad de aire.....	223
Tabla 3-29.	Localización geográfica de las estaciones de monitoreo	224
Tabla 3-30.	Ubicación de las estaciones de monitoreo de ruido ambiental	230
Tabla 3-31.	Condiciones hidrogeométricas.....	232
Tabla 3-32.	Registro de niveles consolidados puntos perimetrales muestreados.....	232
Tabla 3-33.	Cocientes de mezcla para los diferentes estados de sucesión	245
Tabla 3-34.	Aspectos ecológicos de las especies observadas	253
Tabla 3-35.	Especies de mamíferos reportados en el Municipio	261
Tabla 3-36.	Especies de reptiles reportados en el Municipio.....	263
Tabla 3-37.	Peces observados frecuentemente en el lugar	267
Tabla 3-38.	Coordenadas planas de las estaciones de monitoreo de macroinvertebrados.....	279
Tabla 3-39.	Puntos de colecta y zonas del río muestreadas	280
Tabla 3-40.	Clasificación taxonómica de los individuos colectados en el Río Luisa	281
Tabla 3-41.	Conformación de réplicas y puntos de colecta con las zonas del río muestreadas.....	286
Tabla 3-42.	Composición demográfica por grupos de edad Municipio San Luis.....	293
Tabla 3-43.	Información Sisben por nivel Municipio San Luis.....	294
Tabla 3-44.	División política del municipio Valle de San Juan.....	298
Tabla 3-45.	Composición demográfica por grupos de edad Municipio Valle de San Juan	299
Tabla 3-46.	Información Sisben por nivel Municipio Valle de San Juan	301
Tabla 3-47.	Composición poblacional por grupos étnicos Vereda El Dinde	302
Tabla 3-48.	Composición poblacional por grupos étnicos Vereda Caracolí.....	303
Tabla 3-49.	Manejo de los residuos sólidos en el Municipio de San Luis.....	309
Tabla 3-50.	Instituciones educativas San Luis	313
Tabla 3-51.	Déficit vivienda Municipio San Luis.....	316
Tabla 3-52.	Manejo de residuos sólidos de Valle de San Juan	321
Tabla 3-53.	Recurso humano Hospital Vito Fasaél Gutiérrez del Valle de San Juan.....	323
Tabla 3-54.	Principales causa de morbilidad Valle de San Juan.....	324
Tabla 3-55.	Primeras causas de mortalidad Valle de San Juan	324
Tabla 3-56.	Situación del servicio educativo por sector y por nivel-Valle de San Juan	325
Tabla 3-57.	Conexiones viales desde Bogotá.....	327
Tabla 3-58.	Conexiones viales a nivel intermunicipal	328
Tabla 3-59.	Usos del suelo	340
Tabla 3-60.	Estructura de la propiedad Valle de San Juan.....	340
Tabla 3-61.	Tenencia de la tierra del Municipio del Valle de San Juan.....	341
Tabla 3-62.	Veredas y áreas sembradas en maíz.....	342
Tabla 3-63.	Cultivo de café por vereda	344
Tabla 3-64.	Producción pecuaria por Vereda.....	345
Tabla 3-65.	Festividades del Municipio Valle de San Juan	352

Tabla 3-66.	Concejo Municipal de San Luis.....	354
Tabla 3-67.	Concejo municipal del Valle de San Juan.....	355
Tabla 3-68.	Juntas de acción comunal.....	355
Tabla 3-69.	Zonificación ambiental	357
Tabla 3-70.	Calificación de la estabilidad del terreno.....	359
Tabla 3-71.	Calificación de la susceptibilidad a la erosión.....	360
Tabla 3-72.	Calificación de las zonas hidrogeológicas	361
Tabla 3-73.	Calificación del grado de pendiente.....	362
Tabla 3-74.	Calificación de las unidades del componente biótico del bloque Nashira.....	363
Tabla 3-75.	Calificación de las actividades económicas a partir de la cobertura y uso del suelo en el área de estudio.....	364
Tabla 3-76.	Ponderación del índice de condiciones sociales (CS).....	365
Tabla 3-77.	Calificación de la organización comunitaria y ámbitos de participación de la comunidad en el lote	366
Tabla 3-78.	Calificación de la tenencia de la tierra en el área de estudio	367
Tabla 4-1.	Consumo de agua durante las etapas de construcción y operación	369
Tabla 4-2.	Fuentes de contaminación de aire	371
Tabla 4-3.	Fuentes de generación de ruido.....	372
Tabla 4-4.	Fuentes generadoras de ruido durante la operación de la planta Cemcolsa.....	374
Tabla 4-5.	Volumen aproximado de residuos a generar.....	378
Tabla 5-1.	Identificación de impactos derivados de las actividades desarrolladas en el área.....	384
Tabla 5-2.	Identificación de instalaciones y actividades.....	385
Tabla 5-3.	Identificación de los aspectos e impactos ambientales	386
Tabla 5-4.	Parámetros para la evaluación de la importancia de los impactos ambientales	390
Tabla 5-5.	Nivel de significancia de un impacto en función de su calificación.....	391
Tabla 5-6.	Criterios de evaluación del impacto sobre el patrimonio.....	392
Tabla 5-7.	Calificación de impactos potenciales sobre el patrimonio.....	393
Tabla 5-8.	Impactos más significativos durante la construcción y operación de la planta procesadora de cemento	394
Tabla 6-1.	Matriz de zonificación de manejo ambiental del componente físico para el área de estudio.....	401
Tabla 6-2.	Matriz de zonificación de manejo ambiental del componente biótico para el área de estudio.....	402
Tabla 6-3.	Matriz de zonificación de manejo ambiental del componente socioeconómico para el área de estudio.....	403
Tabla 8-1.	Metodología aplicada para muestreo de comunidades acuáticas.....	442
Tabla 9-1.	Calificación de vulnerabilidad según oferta ambiental.....	462
Tabla 9-2.	Eventos posibles y amenazas	466
Tabla 9-3.	Probabilidad de ocurrencia	467
Tabla 9-4.	Personal de mantenimiento para la operación	470
Tabla 9-5.	Criterios generales de mantenimiento preventivo.....	471
Tabla 9-6.	Niveles de emergencia en la planta procesadora de cemento	473
Tabla 9-7.	Funciones y Responsabilidad del Personal en la planta.....	475

Tabla 9-8.	Actividades permanentes, durante y despues de una emergencia a nivel estratégico	477
Tabla 9-9.	Actividades permanentes, durante y despues de una emergencia a nivel táctico	478
Tabla 9-10.	Actividades permanentes, durante y despues de una emergencia a nivel operativo	480
Tabla 9-11.	Funciones permanentes durante la emergencia.....	486
Tabla 9-12.	Responsabilidades específicas para brigadistas integrales	488
Tabla 9-13.	Modelo de tabla para inventario de extintores bodega de contingencia	490
Tabla 9-14.	Criterios de evacuación.....	490
Tabla 9-15.	Características de los refugios y zonas seguras	491
Tabla 9-16.	Objetivos y alcances del plan operativo.....	493
Tabla 9-17.	Capacitación para emergencias.....	506
Tabla 9-18.	Capacitaciones para la los coordinadores de evacuación	507
Tabla 9-19.	Capacitaciones para el comité local de San Luis.....	508
Tabla 9-20.	Capacitaciones para la brigada de primeros auxilios.....	509
Tabla 9-21.	Capacitaciones para el personal de operación	510

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1.	Vías de acceso a Bogotá y Cali.....	32
Figura 1-2.	Localización de capacidad instalada de producción de cemento.....	32
Figura 1-3.	Proceso de planeación del proyecto.....	33
Figura 1-4.	Localización minas licenciadas y en producción.....	34
Figura 2-1.	Ubicación tubería de agua potable a ser trasladada	58
Figura 2-2.	Batería sanitaria provisional	58
Figura 2-3.	Zona de inspección	59
Figura 2-4.	Oficinas Administrativas	60
Figura 2-5.	Oficinas DIAN y operador de logística	61
Figura 2-6.	Planta de la cafetería	62
Figura 2-7.	Oficinas técnicas	63
Figura 2-8.	Taller de Fabricaciones	64
Figura 2-9.	Bodega de carbón.....	64
Figura 2-10.	Cerramiento perimetral	65
Figura 2-11.	Áreas de instalaciones provisionales y botadero de construcción	67
Figura 2-12.	Áreas generales de la planta.....	70
Figura 2-13.	Identificación de fuentes de emisiones y ruido.....	73
Figura 2-14.	Balance hídrico	75
Figura 2-15.	Red hidráulica del proyecto	76
Figura 2-16.	Diagrama de flujo de la línea de conducción de agua	77
Figura 2-17.	Área de materias primas.....	79
Figura 2-18.	Operación diaria de los sistemas de molienda	80
Figura 2-19.	Diagrama de proceso de molienda de cemento y crudo	81
Figura 2-20.	Balance de masa para molienda de crudo y carbón	82
Figura 2-21.	Balance de masa para molienda única de crudo	82
Figura 2-22.	Balance de masa para molienda simultánea de cemento y carbón	83
Figura 2-23.	Balance de masa para molienda única de carbón.....	83
Figura 2-24.	Almacenamiento y homogenización de crudo.....	84
Figura 2-25.	Sistema de manejo de gases y recuperación de productos de molienda	85
Figura 2-26.	Distribución acumulada de tamaño de crudo en función del tamaño medio en micrones	86
Figura 2-27.	Torre de precalentamiento	87
Figura 2-28.	Clinkerización	88
Figura 2-29.	Enfriamiento del clinker	89
Figura 2-30.	Presiones y temperaturas en la torre de precalentamiento.....	90
Figura 2-31.	Temperatura en K para el material sólido y los gases en cada una de las etapas del precalentador	90
Figura 2-32.	Consumo de combustible.....	91
Figura 2-33.	Flujo de gases en sistema de producción de clinker	91
Figura 2-34.	Flujo de gases en sistema de producción de clinker	92
Figura 2-35.	Flujo de gases en sistema de producción de clinker	92

Figura 2-36.	Flujo de gases torres de precalentamiento, clinkerización y enfriamiento de clinker.....	93
Figura 2-37.	Almacenamiento y transporte de clinker	94
Figura 2-38.	Almacenamiento, empaque y despacho de cemento.....	94
Figura 2-39.	Preparación y transporte de combustible	95
Figura 2-40.	Organigrama del proyecto.....	97
Figura 2-41.	Histograma para la construcción de la planta	98
Figura 2-42.	Personal requerido para la etapa de construcción	99
Figura 2-43.	Estrategia de vinculación laboral	99
Figura 2-44.	Formación en competencias del personal	100
Figura 2-45.	Filosofía laboral del proyecto	102
Figura 2-46.	Personal requerido durante la etapa productiva del proyecto	103
Figura 2-47.	Histograma del proyecto	103
Figura 2-48.	Cronograma de actividades.....	104
Figura 3-1.	Formación Guandalay Superior e inferior al fondo y en primer plano se observa la Formación Machín.....	109
Figura 3-2.	Ubicación de las estaciones de monitoreo de suelos	150
Figura 3-3.	Resultados de la determinación de la textura en sedimentos.....	154
Figura 3-4.	Carbono orgánico y materia orgánica.....	154
Figura 3-5.	Concentraciones de fósforo y NTK en suelos.....	155
Figura 3-6.	Grasas, aceites e hidrocarburos en suelos	156
Figura 3-7.	Ubicación de las estaciones de monitoreo.	181
Figura 3-8.	Resultados encontrados para la temperatura y el pH.....	184
Figura 3-9.	Conductividad medida In situ- Valores de Alcalinidad y dureza	185
Figura 3-10.	Índice de contaminación por mineralización. ICOMI	185
Figura 3-11.	Concentración de sólidos y Turbiedad.....	186
Figura 3-12.	Índice de contaminación por sólidos suspendidos.....	187
Figura 3-13.	Indicadores de contaminación por materia orgánica	188
Figura 3-14.	Índice de contaminación por materia orgánica ICOMO.....	189
Figura 3-15.	Concentraciones de los compuestos nitrogenados.....	190
Figura 3-16.	Concentraciones de fósforo total y fosfatos.....	191
Figura 3-17.	Resultados de la determinación de la textura en sedimentos.....	194
Figura 3-18.	Carbono orgánico y materia orgánica.....	195
Figura 3-19.	Concentraciones de fósforo total y de NTK en sedimentos.....	195
Figura 3-20.	Ubicación de las estaciones del estudio realizado por INGEOMINAS (2000).....	196
Figura 3-21.	Comparación de los Valores máximos, medios y mínimos hierro total medido por INGEOMINAS (2000) y los reportes del presente estudio	197
Figura 3-22.	Niveles de contaminación por hidrocarburos totales encontrados en los sedimentos (mg/Kg).....	197
Figura 3-23.	Valores totales mensuales de precipitación (mm). Estación La Resaca Municipio de San Luis.....	213
Figura 3-24.	Valores totales mensuales de precipitación (mm). Estación Valle de San Juan Municipio de San Luis.....	213
Figura 3-25.	Valores mensuales de Temperatura (°C) Valle de San Juan.....	216

Figura 3-26.	Cálculo del balance hídrico según thornthwaite para la estación La Resaca C.A.S. 44 mm en la unidad de suelo cshg2.1cd2, vereda caracolí, municipio de San Luis - Tolima (1999).....	220
Figura 3-27.	Valores medios mensuales de humedad relativa (%) Estación Valle de San Juan	221
Figura 3-28.	Valores medios mensuales de nubosidad (octas) en la Estación Valle de San Juan	222
Figura 3-29.	Ubicación de las estaciones de medición de calidad del aire.....	224
Figura 3-30.	Abundancia para las especies florísticas en estado fustal	245
Figura 3-31.	Abundancia de las especies florísticas en estado Latizal.....	246
Figura 3-32.	Abundancia para las especies florísticas en estado Brinzal	246
Figura 3-33.	Frecuencia para las especies florísticas en estado fustal.....	247
Figura 3-34.	Frecuencia para las especies florísticas en estado Latizal	247
Figura 3-35.	Frecuencia para las especies florísticas en estado brinzal	247
Figura 3-36.	Dominancia para las especies florísticas en estado Fustal.....	248
Figura 3-37.	Índice de valor de importancia (IVI)	248
Figura 3-38.	Distribución de la Avifauna según el hábitat.....	258
Figura 3-39.	Distribución de la avifauna según la dieta	259
Figura 3-40.	Distribución de la avifauna según el estrato vegetal ocupado	259
Figura 3-41.	Distribución de la avifauna según su abundancia	260
Figura 3-42.	Ubicación de las secciones de muestreo de peces	272
Figura 3-43.	Abundancia relativa de los órdenes Characiformes, Siluriformes, Perciformes y Gymnotiformes en el área de estudio.	274
Figura 3-44.	Abundancia relativa de las familias encontradas en el área de estudio	275
Figura 3-45.	Prueba de similitud Bray-Curtis para los 3 puntos de muestreo en el área de estudio	275
Figura 3-46.	Riqueza específica calculada para cada uno de los puntos de muestreo.....	276
Figura 3-47.	Índice de Shannon calculado para cada uno de los puntos de muestreo.....	277
Figura 3-48.	Índice de Dominancia calculado para cada uno de los puntos de muestreo	278
Figura 3-49.	Índice de equidad de Pielou calculado para cada uno de los puntos de muestreo	278
Figura 3-50.	Abundancia relativa de órdenes de Macroinvertebrados	281
Figura 3-51.	Abundancia relativa de familias de Macroinvertebrados.....	282
Figura 3-52.	Abundancia relativa por puntos de colecta	282
Figura 3-53.	Abundancia relativa por zonas del Río Luisa muestreadas	282
Figura 3-54.	Abundancia relativa de órdenes en los puntos muestreados	283
Figura 3-55.	Abundancia relativa de familias en los puntos muestreados	284
Figura 3-56.	Riqueza de familias en los puntos muestreados.....	284
Figura 3-57.	Riqueza de géneros en los puntos muestreados	284
Figura 3-58.	Box plot de la abundancia entre los puntos muestreados	287
Figura 3-59.	Box plot de la riqueza entre puntos muestreados.....	287
Figura 3-60.	Box plot de la diversidad entre puntos muestreados.....	288
Figura 3-61.	Análisis de clasificación entre puntos de colecta.....	288
Figura 3-62.	Curva de acumulación de géneros (a) y familias (b) en el punto 1 P1	290
Figura 3-63.	Curva de acumulación de géneros (a) y familias (b) en el punto 2 P2	290

Figura 3-64.	Curva de acumulación de géneros (a) y familias (b) en el punto 3 P3	290
Figura 3-65.	Pirámide poblacional Municipio San Luis.....	293
Figura 3-66.	Distribución de la población por sexo Municipio San Luis.....	294
Figura 3-67.	Distribución de la población por lugar de nacimiento Municipio San Luis	294
Figura 3-68.	Población por censos y proyección demográfica Municipio San Luis	295
Figura 3-69.	División política y población por vereda Municipio San Luis	296
Figura 3-70.	División política del Valle de San Juan	299
Figura 3-71.	Población por grupos étnicos y sexo Municipio Valle de San Juan	299
Figura 3-72.	Población por sexo Municipio Valle de San Juan	300
Figura 3-73.	Distribución de la población según lugar de nacimiento del Municipio Valle de San Juan.....	300
Figura 3-74.	Cobertura de servicios públicos del Municipio de San Luis.....	304
Figura 3-75.	Población matriculada Municipio San Luis.....	314
Figura 3-76.	Asistencia escolar Municipio San Luis	315
Figura 3-77.	Nivel educativo Municipio San Luis	315
Figura 3-78.	Tasa de analfabetismo Municipio San Luis.....	315
Figura 3-79.	Cobertura de servicios públicos del Valle de San Juan	319
Figura 3-80.	Asistencia escolar Valle de San Juan.....	326
Figura 3-81.	Nivel educativo Valle de San Juan	326
Figura 3-82.	Tasa de analfabetismo Valle de San Juan	326
Figura 3-83.	Establecimientos según actividad Municipio San Luis	338
Figura 3-84.	Establecimientos según escala de personas ocupadas en el mes Municipio San Luis	338
Figura 3-85.	Establecimientos según escala de personas por actividad económica Municipio San Luis.....	338
Figura 3-86.	Establecimientos según actividad-Municipio Valle de San Juan	346
Figura 3-87.	Establecimientos según escala de personas ocupadas en el mes-Municipio Valle de San Juan.....	346
Figura 3-88.	Establecimientos según escala de personas por actividad económica-Municipio Valle de San Juan.....	346
Figura 3-89.	Escala gráfica de sensibilidad ambiental	368
Figura 4-1.	Certificado de acueducto de San Luis para el suministro de agua del proyecto.....	370
Figura 4-2.	Emisiones de ruido.....	376
Figura 6-1.	Zonificación de manejo ambiental.....	400
Figura 9-1.	Proceso esquemático para análisis de riesgos	459
Figura 9-2.	Diagrama de flujo según el nivel de emergencias	474
Figura 9-3.	Funciones de la organización en el plan de contingencia	476
Figura 9-4.	Esquema de organización para la respuesta.....	483
Figura 9-5.	Estructura puesto de mando unificado	485
Figura 9-6.	Actividades de las brigadas integrales	486
Figura 9-7.	Punto de encuentro.....	496
Figura 9-8.	Línea general de acciones de respuesta	499
Figura 9-9.	Línea general de acciones iniciales de control.....	500
Figura 9-10.	Línea general de acciones finales de control	501

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 2-1.	Ingreso al predio	56
Foto 2-2.	Vista del Río Luisa desde el costado occidental del predio	56
Foto 2-3.	Vía entre San Luis y el Valle de San Juan al costado occidental del predio	68
Foto 3-1.	Depósitos de origen fluvial intercalados por conglomerados correspondientes a la Formación Machín	118
Foto 3-2.	Afloramiento de sedimentitas de grano fino que conforman una pendiente estructural, posiblemente de la Formación Villeta	118
Foto 3-3.	Áreas donde se presentan suelos con erosión ligera de la Asociación Typic Ustorthents.....	148
Foto 3-4.	Horizonte A de 25 cm de espesor	148
Foto 3-5.	Estación de muestreo P1	149
Foto 3-6.	Estación de muestreo P2	149
Foto 3-7.	Estación de muestreo P3	150
Foto 3-8.	(Izq.) Excavación de calicata. (Arr.) Excavaciones alrededor de la calicata. (Aba.). Toma de muestras para densidad aparente y permeabilidad.....	151
Foto 3-9.	Medición de caudal	182
Foto 3-10.	Sedimentos en el río Luisa.....	193
Foto 3-11.	Geoforma típica de depósitos del volcán Machín en el área del proyecto.....	209
Foto 3-12.	Cauces intermitentes que pueden causar daños durante aguaceros fuertes	210
Foto 3-13.	Tren de gases, bomba de vacío y burbujeadores para determinación de NO ₂ y SO ₂ . a) Vista Frontal, b) vista superior.....	228
Foto 3-14.	Equipo instalado en el perímetro del área de medición	232
Foto 3-15.	Sonómetros <i>Quest Technologies Modelo 2900</i>	234
Foto 3-16.	Suelos empobrecidos con erosión laminar debido a las malas prácticas en el área del proyecto	250
Foto 3-17.	Medidas morfométricas tomadas en campo.....	273
Foto 3-18.	<i>Astyanax fasciatus</i>	273
Foto 3-19.	<i>Roeboides cf. occidentalis</i>	273
Foto 3-20.	<i>Parodon suborbitali</i>	274
Foto 3-21.	<i>Caquetaia kraussii</i>	274
Foto 3-22.	<i>Apteronotus eschmeyeri</i>	274
Foto 3-23.	<i>Aequidens pulcher</i>	274
Foto 3-24.	Muestreo de macroinvertebrados.....	279
Foto 3-25.	Parque central del municipio de San Luis.....	292
Foto 3-26.	Alcaldía del municipio del Valle de San Juan	298
Foto 3-27.	Zona central Vereda Caracoli	303
Foto 3-28.	Ambulancia del Municipio de San Luis.....	311
Foto 3-29.	Escuela del corregimiento Payandé	314
Foto 3-30.	Institución educativa del Municipio de San Luis.....	314
Foto 3-31.	Vía Ibagué-Payandé.....	317
Foto 3-32.	Tanques del acueducto-Vereda El Dinde.....	329

Foto 3-33.	Hospital en la Vereda El Dinde	330
Foto 3-34.	Escuela de la vereda El Dinde	331
Foto 3-35.	Vía que conduce a la Vereda La Manga	332
Foto 3-36.	Vía que conduce a San Luis.....	332
Foto 3-37.	Cruce de la tubería del acueducto sobre el Río Luisa.....	333
Foto 3-38.	Estadero para recreación de la comunidad.....	335
Foto 3-39.	Puente sobre el Río Luisa que une las veredas El Dinde y Caracolí	336
Foto 3-40.	Y donde se toma para los municipios de San Luis y de Valle de San Juan.....	336
Foto 3-41.	Ganadería en el Municipio de San Luis.....	337
Foto 3-42.	Mapa parlante Vereda Caracolí	356
Foto 3-43.	Mapa parlante Vereda El Dinde.....	356

RESUMEN EJECUTIVO

Descripción y Características

En este documento se presenta a la CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL TOLIMA – CORTOLIMA, el Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo para la construcción y operación de una planta productora de clinker y cemento, cuyas metas de producción se extienden a generar un promedio de 150.000 Toneladas por año de cemento y productos de valor agregado asociados al mismo.

La planta productora de cemento quedará ubicada en el departamento de Tolima, a la altura del municipio de San Luis, en el predio conocido como Puente Alegre No. 2 (área 13,24 hectáreas), perteneciente a la vereda Caracolí, en límites con el municipio del Valle de San Juan, sobre la vía de orden secundario intermunicipal que conecta los municipios de San Luis y Valle de San Juan. El proyecto pretende igualmente constituirse en una zona franca con área encerrada de 12.120 Hectáreas, para lo cual y conforme las reglas asociadas, el punto de ingreso quedará localizado en las coordenadas X=887.510 y Y=960.296.

Para el abastecimiento de la planta, se han identificado proveedores en la región, que desarrollan actualmente explotaciones de mármol, calizas y yeso de primera calidad, que cuentan con reservas probadas para garantizar varios años de producción, producto de contar con títulos mineros vigentes y haber obtenido de forma consecuente sus licenciados ambientales expedidas por CORTOLIMA.

Estas explotaciones se encuentran a una corta distancia de la planta, para lo cual se destaca que las reservas probadas de mármol alcanzan 16.2 millones de toneladas y las de Caliza registran valores por 32.0 millones de toneladas. Por su parte y en lo atinente a la disponibilidad de Yeso, se registran reservas probadas con altas calidades de hasta 3.9 millones de toneladas, las cuales conforme los análisis adelantados para el caso, se registran como aptas para atender las necesidades de la industria cementera con títulos mineros vigentes.

La planta de procesamiento para la producción de cemento ha sido dimensionada para producir 350 toneladas al día de clinker, lo que equivale a 12.500 toneladas al mes de cemento, con 75 % en masa Clinker, 20% masa Caliza y 5% masa yeso, contando con un área superficial específica aproximada del cemento de $3200 \pm 200 \text{ cm}^2/\text{gr}$.

El proceso a emplear en la planta se describe de manera general a continuación:

Inicialmente las materias primas para producción de crudo y cemento serán apiladas en un patio confinado por un talud generado en el terreno y los otros dos extremos al descubierto, siguiendo una orientación tal que en función de las tendencias normales del viento conforme la rosa de vientos registrada en el sitio, no produzca emisiones hacia otros sectores de la planta

o a predios vecinos al mismo. De este patio las materias son transportadas por medio de un cargador a una única área del almacenamiento y dosificación. Las materias primas ya sea para producción de cemento o crudo son transportadas por medio de una banda hasta un molino vertical de rodillos, en donde son molidas hasta alcanzar las finuras definidas. Los productos de molienda son recolectados en un filtro de mangas, del cual se reparten según corresponda a los silos de cemento o al silo de homogeneización de crudo.

De este último, el crudo es enviado a un pre-calentador de 5 etapas y luego al horno. En el horno rotatorio el material se descarbonata y sinteriza produciendo clinker. El clinker es enfriado rápidamente mediante una corriente de aire ambiente para congelar la estructura y composición obtenida durante el proceso de sinterización. Luego de ser enfriado, el clinker es almacenado en un silo o en patio según las disponibilidades de espacio asociadas con la rata de producción alcanzada en el proceso. El cemento es almacenado en un silo de 1900 T para empaque en bolsas de 1,5 toneladas y despachado a granel o desviado a un silo de 500 T si es para empaque en sacos de 50 Kg.

Los gases de proceso provenientes tanto del pre-calentador como del enfriador de clinker se utilizan para el secado y transporte en los sistemas de molienda, los cuales se corresponden con el sistema para molienda de crudo y cemento y el sistema para molienda de carbón.

En el caso del carbón, este se apila en un patio cubierto, separado de las materias primas. El mismo, es inicialmente triturado y almacenado en un silo con capacidad de 50 m³. Desde este silo el material es dosificado al molino en donde es pulverizado y secado. El carbón pulverizado es recolectado en un filtro de mangas y posteriormente almacenado en un segundo silo. Finalmente el carbón es dosificado gravimétricamente al quemador del Horno.

Caracterización Ambiental

Geológicamente, en el área donde se localiza la planta aflora la Formación Machín, cubriendo estratos de la Formación Villeta. Los depósitos de la Formación Machín son fluvio-glaciares acumulados por la actividad del volcán Machín, localizado a 51 kilómetros de distancia de la planta, en inmediaciones del Municipio de Cajamarca.

El sector registra una pendiente plana a ligeramente plana (0-5 %), con drenaje subdendrítico de baja densidad con, matizado por la presencia de valles angostos, poco profundos y sinuosos. Su origen está relacionado con las erupciones explosivas del Holoceno (últimos 10.000 años de historia de La Tierra) del Volcán Cerro Machín, por lo que se caracteriza por una relativa homogeneidad composicional.

El Mapa de Amenaza Sísmica de Colombia (INGEOMINAS-AIS-UNIANDES, 1998), indica que el municipio de San Luis se encuentra en área de amenaza intermedia. De hecho, existe amenaza volcánica por la posibilidad de que el volcán Machín se reactive, dado que ha tenido desde 2009, cambios en el comportamiento de su actividad volcánica tradicional (nivel III).

El geopotencial minero del municipio de San Luis ha venido ya siendo aprovechado desde la época de la colonia y teniendo en cuenta las características geológicas y el ambiente de formación de las unidades expuestas, en un futuro se puede convertir en un verdadero polo de desarrollo alrededor de este sector de la economía para el conjunto de la región.

La unidad que actualmente está siendo explotada mediante aljibes y pozos para extracción de aguas subterráneas en el municipio de San Luis es la Formación Machín, por su composición litológica tiene alta porosidad primaria, alta permeabilidad y porque posee acuíferos libres importantes de espesor variable, que han registrado transmisividades de hasta 86 m/día y permeabilidad o conductividad hidráulica (K) de 8 m/día y rendimiento de hasta 12,5 l/s (INGEOMINAS, 1998).

En el área de influencia directa la precipitación es en promedio de 1600 mm y la temperatura oscila entre 21 °C a 28 °C. No se presentan problemas significativos por déficit de agua en el municipio, debido a que las precipitaciones superan la evapotranspiración potencial. La humedad relativa en el área de influencia directa del proyecto es del 77,34 %. Los meses en donde se presentan los valores más bajos de humedad relativa son Julio, Agosto y Septiembre coincidiendo con el periodo de verano del segundo semestre y Enero y Febrero para el primer semestre

El área está cubierta por pastos mejorados y hay presencia de bosque en la orillas del río Luisa, que es la corriente que cruza por un costado el área de influencia directa de la futura planta.

En el sector existen habitats temporales para la avifauna y en el río Luisa hay presencia de fauna acuática representada por peces que se constituye en parte de la dieta alimenticia de la comunidad campesina que reside aledaño al río.

Acueducto. El servicio de agua es suministrado por el municipio de Valle San Juan, los tanques de almacenamiento se encuentran en la Vereda el Dinde, a donde llega el agua proveniente de la vereda La Manga perteneciente al mismo municipio. El agua transportada de la vereda El Dinde hacia la vereda Caracolí, se hace por medio de una tubería aérea que atraviesa el Río Luisa a la altura de la vía que conduce de San Luis a Valle de San Juan. El servicio se presta a las 76 viviendas de la vereda. En general el servicio no es bueno, debido a que el agua no llega a todas las casas por falta de presión. De hecho, el servicio es discontinuo, faltando a veces por periodos de varios días seguidos conforme lo registran algunos de los pobladores de la zona. Este acueducto tiene aproximadamente 213 usuarios del municipio de San Luis repartidos en las veredas Caracolí, La Flor y Jaguaflor. En la vereda Caracolí a su vez hay 4 aljibes que se utilizan principalmente para suministrar agua al ganado y para cultivos de pancoger y otros.

En el área no hay servicio de alcantarillado, todas las casas tienen pozos sépticos, los cuales funcionan en apariencia eficientemente. La Vereda Caracolí no tiene servicio de recolección de basuras ni relleno sanitario, los residuos son depositados por los lugareños en sus casas, donde son enterrados y/o quemados cuando es del caso. Toda la vereda cuenta con energía, de

buena calidad y servicio. La comunidad utiliza teléfonos móviles con empresas como Comcel y Movistar principalmente. El servicio de gas cubre a todas las viviendas que están a borde de carretera (aproximadamente el 80% de la vereda). La institución educativa cuenta con servicio de internet privado.

En la vereda no hay puesto de salud, para lo cual, la comunidad en caso de emergencia viaja preferentemente a Payandé o Ibagué. El 90% del total de la vereda está afiliado al Régimen Subsidiado y el otro 10% al régimen contributivo. Las empresas de salud presentes en la vereda son: Solsalud, Saludvida y Caprecom.

El 90% de las enfermedades se relaciona con problemas respiratorios, el otro 10% se relaciona con otras enfermedades que incluyen el cáncer. Las principales causas de muerte son los accidentes de tránsito en un 60%, un 30% se da por infartos y un 10% por muertes naturales.

En la vereda se encuentra la Institución Educativa Caracolí, registra alrededor de 174 alumnos que vienen también de las veredas vecinas. La misma dentro de sus instalaciones cuenta con una cancha de baloncesto y un área en donde la comunidad practica microfútbol en las tardes.

Como deporte se practica especialmente el fútbol en la cancha de la I.E. Caracolí. En los tiempos libres va a baño al río Luisa, pero también van al Río Cobre y las cascadas. Para sus actividades lúdicas van a San Luis, Payandé, Valle San Juan e Ibagué, pues según manifiestan no les interesa mucho pasar su tiempo libre en las tiendas de la vereda.

La vereda tiene un total de 76 viviendas de las cuales 80% son propias, el 10% están arrendadas y el otro 10% están habitadas por encargados.

Transporte y vías de comunicación. Hay una vía secundaria que viene desde el corregimiento de Payandé y que se divide en dos ramales, de los cuales uno va al municipio de San Luis y el otro para el municipio de Valle San Juan. Las vías están en buen estado. El bus es el medio de transporte más utilizado para movilizarse hacia otros municipios. Para el transporte interveredal se utiliza como medio alternativo la bicicleta.

Zonificación

Con base en el diagnóstico ambiental, se determinaron las siguientes áreas:

- **Sensibilidad alta.** Comprende aquellos ecosistemas que prestan servicios o funciones ambientales. Representan áreas de coberturas vegetales densas como los ***Bosques de Galería*** asociados a los cuerpos de agua de la zona, y que por albergar la fauna silvestre, reviste una sensibilidad importante. Corresponde a la ronda protectora del río Luisa.

- **Sensibilidad moderada.** Para el área de Estudio son principalmente aquellas áreas de más alta pendiente, donde se pueden activar procesos erosivos y que por ser zonas ya alteradas demandan en la zona un grado de sensibilidad medio.
- **Sensibilidad baja.** Las áreas de sensibilidad baja son las más comunes dentro del Área de Estudio, siendo estas áreas las que se encuentran dominadas por *pastos mejorados*; por ende, presentan una baja sensibilidad a las posibles alteraciones que se ocasionen. Corresponde a la mayor parte del terreno donde se localiza la planta.

Para cada una de las anteriores áreas se determinó que actividad se puede realizar y cuales tienen que ser excluidas.

Evaluación de Impactos

Los principales impactos asociados a la actividad de la planta son la generación de ruido, emisiones atmosféricas y residuos sólidos. Las principales actividades operacionales que los producen son:

Residuos sólidos. La principal actividad generadora de residuos corresponde a la construcción misma con un tope de 143 Kg por día de generación de residuos, cuando hay más personal en las instalaciones. Durante la operación se generará un promedio de 82 Kg/día.

Fuentes de Contaminación Atmosférica. Las fuentes de contaminación del aire (equipos o lugares que generen algún tipo de contaminación atmosférica) más importantes son las siguientes:

Fuentes de Contaminación de Aire

Despolvado Silo de Almacenamiento de Clínter	Aire con material particulado
Despolvado Transferencia Materias Primas Banda 1 a Banda 2	Aire con material particulado
Despolvado Transferencia Materias Primas Banda 2 a Alimentación del Molino Vertical de Crudo/Cemento	Aire con material particulado
Despolvado Empaque y Despacho	Aire con material particulado
Despolvado Silo de Almacenamiento de Crudo	Aire con material particulado
Despolvado Silo de Almacenamiento de Cemento	Aire con material particulado
Despolvado Silo de Carbón Pulverizado	Aire con material particulado

Ducto de descarga del Filtro de Mangas para recuperación de Carbón Pulverizado	Gases de Exceso del Enfriador con Material Particulado
Chimenea Filtro de Mangas Integrado - Gases Torre Precalentadora y Enfriador de Clíner	Gases de Proceso (Exceso Enfriador+Escape Torre Precalentadora con MP

Fuente: IMPALTEC

Fuentes de generación de ruido. Son las siguientes:

Fuentes de Generación de ruido

Descripción
Ventilador de Tiro Inducido del Horno
Ventilador de Tiro Inducido del Filtro de Mangas Principal
Ventilador de Gases de Exceso del Enfriador
Ventilador de Recirculación de Gases al Molino Vertical de Crudo/Cemento
Ventiladores de Aireación del Enfriador
Ventilador de Recirculación de gases al Molino Vertical de Carbón
Soplador de Lóbulos - Aireación Fondo Silos Crudo-Cemento
Molino Vertical de Crudo/Cemento (Sin material)
Trituradora de Carbón (Con material)
Molino Vertical de Carbón (Sin material)
Cargador de Alimentación Materias Primas y Carbón (Caterpillar 966H)

Fuente: IMPALTEC

Además, durante la construcción, otros generadores de ruido pueden ser:

- Vehículos empleados en la movilización de personal, maquinaria y equipo.
- Equipos utilizados para la adecuación de vías de acceso, adecuación de la localización (moto niveladoras, mixer, trompo, rodillos de compactación, bulldózer).
- Equipos mecánicos y eléctricos de apoyo a la construcción (planta eléctrica, compresores, bombas).

- Equipos manuales utilizados en las obras civiles y en el montaje de los equipos de perforación (vibrocompactadores, taladros eléctricos, equipos de soldadura, herramientas).

Desde el punto de vista social los impactos más significativos que se prevé se generarán durante la construcción de la planta serán los siguientes:

Cambio en la Dinámica de empleo. Durante la instalación de los equipos, se pueden presentar algunos desplazamientos, sobre todo de población masculina, los cuales buscarán, ante la baja oferta local y regional de empleo, un cupo de trabajo en el proyecto, teniendo en cuenta la facilidad de desplazamiento desde las cabeceras municipales de San Luis y Valle de San Juan y desde la capital del departamento.

Generación de ingresos. En este efecto es donde el impacto es positivo, puesto que el empleo es una carencia que existe en las veredas del área de estudio. Es de recalcar que este impacto estará presente durante el desarrollo de toda la actividad de construcción y particularmente en la contratación de mano de obra no calificada.

Cambio en la Capacidad de Gestión. Este impacto se considera de carácter positivo pero irrelevante, partiendo del hecho que actualmente, las comunidades de las veredas del área de influencia directa están organizadas y gestionan proyectos en diferentes instancias; de allí que se califique su magnitud baja, de cobertura puntual, de duración temporal, y reversible a corto plazo, siendo recuperable a corto plazo, con tendencia acumulativa pero de probabilidad de ocurrencia baja.

Cambio en la Conflictividad Social. Es lógico que se dé un impacto sobre la conflictividad social durante la construcción, y operación del proyecto, sin embargo se considera que durante la fase informativa este cambio negativo será de importancia irrelevante, puesto que tanto la comunidad como la empresa tendrán constante comunicación por mecanismos claramente definidos y las políticas de contratación serán conocidas y acatadas en el área.

Demanda de bienes y servicios. Este impacto está asociado a la posible compra de materiales en la región, el cual también pueden estar unido a los cambios en la conflictividad. Por lo tanto, este impacto fue calificado con cobertura local de magnitud baja, ya que existe un mecanismo de contratación de estos servicios en el área, con reversibilidad y recuperabilidad a corto plazo, duración pertinente, debido a que es un impacto que tendrá duración mayor a tres años, periódico y con posibilidad de ocurrencia alta, con un valor de importancia moderado y de carácter positivo.

Cambio en el Uso del Suelo. Este impacto se calificó como de carácter positivo, puesto que actualmente las fincas del área de influencia directa donde se desarrollará el proyecto son de producción ganadera. Dicho cambio es importante puesto que la magnitud es media y aunque la cobertura es puntual, la duración será pertinente, reversible a largo plazo, discontinuo, de tipo directo y probabilidad de ocurrencia alta.

En cuanto a riesgos, existen amenazas por incendio desde el punto de vista operacional y amenazas naturales como la actividad sísmica y con menor probabilidad, avenidas torrenciales asociadas a la actividad del volcán Machín.

Estrategias de Manejo

De acuerdo a la naturaleza que tiene el Estudio de Impacto Ambiental se manejarán los aspectos con la profundidad correspondiente, mediante fichas que constituyen el Plan de Manejo Ambiental (PMA) y consta de programas, proyectos y actividades, necesarios para prevenir, controlar, mitigar, compensar y corregir los impactos generados durante las actividades de construcción y operación detectados durante la evaluación de impactos. Incluye igualmente las acciones orientadas a potencializar los impactos positivos del mismo.

Cada una de las medidas de manejo cuenta con su respectiva ficha, la cual contiene:

- **Objetivos:** Indica de manera específica y precisa la finalidad por la cual se pretende desarrollar la medida.
- **Metas:** Presenta las metas a alcanzar, indicándose el momento de aplicación de la medida a que corresponden.
- **Etapas:** Se refiere a cada una de las etapas del proyecto (construcción, operación y mantenimiento).
- **Impacto Ambiental:** Describe el impacto específico objeto de medida.
- **Tipo de Medida:** Establece si la medida es de prevención, protección, control, mitigación, restauración o compensación.
- **Acciones a desarrollar:** Corresponde a las obras, acciones o actividades para desarrollar la medida propuesta, indicando las técnicas, métodos y sistemas que se emplearán.
- **Indicadores:** Establece indicadores cualitativos y cuantitativos que permitan verificar la eficacia y eficiencia de la medida.
- **Lugar de Aplicación:** Indica con precisión la ubicación del sitio, área o trayecto en el cual se ejecutará la medida.
- **Responsable de la Ejecución:** Identificar la empresa, entidades u organizaciones que directamente asumirán la responsabilidad en la ejecución de la medida.
- **Personal Requerido:** Indica por especialidad, el número de personas requeridas y el tiempo de dedicación.
- **Monitoreo y Seguimiento:** Identifica los elementos a monitorear para el seguimiento de la medida y formular el programa correspondiente, incluyendo los mecanismos de participación ciudadana y el cronograma respectivo.
- **Cronograma de Ejecución:** Indica los tiempos de ejecución de las acciones de la medida y momento de aplicación.
- **Cuantificación y Costos:** Establece la unidad de medición, la cantidad, el costo unitario y total.

1 GENERALIDADES

1.1 Introducción

En este documento se presenta a la CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DEL TOLIMA – CORTOLIMA, el Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo para la construcción y operación de una planta cementera en el municipio de San Luis, específicamente en la vereda Caracolí.

Con la construcción de la mencionada planta, se espera producir un promedio de 150.000 Toneladas por año de cemento.

Descripción General del Proyecto

La instalación para producir 150.000 TPA de Cemento constará principalmente de:

- Patio de almacenamiento de materias primas para 3.000 t.
- Línea de molienda con molino vertical de rodillos con capacidad para Crudo 60 tph y Cemento 30 tph.
- Silo de homogenización 1.700 t de capacidad.
- Molienda de carbón térmico de 6 tph.
- Línea de producción de clínker de 350 tpd con precalentador de 5 etapas y horno rotativo.
- Enfriador de clínker tipo parrilla.
- Sistema de almacenamiento de clínker.
- Dosificación de materiales para molienda final.
- Sistemas de transporte (elevadores, bandas, aerodeslizadores).
- Sistema de control de emisiones (filtros de mangas, ciclones) de última tecnología para minimizar emisiones.
- Sistema de cargue a granel.
- Silo de almacenamiento de Cemento y Cementantes de 1900 t.
- Línea de empaque para 50 tph.
- Sistema de automatización y control.

Principales modalidades de operación

Las materias primas ya trituradas serán recibidas en volquetas doble troque de 18 toneladas, y apiladas en el patio de almacenamiento.

El tipo de molino a utilizar generará amplias ventajas operativas y energéticas, cuando se compara con los molinos de bolas tradicionales, entre las que podemos destacar: Bajo consumo energético por tonelada de crudo producido, capacidad de recibir un tamaño de

alimentación hasta de 100 mm, lo que simplifica el proceso de trituración, distribución de planta más sencilla y compacta, ahorrando espacios y transportes, fácil operación, mantenimiento de fácil acceso y programación, integración de todo el circuito de molienda en una unidad, con alto grado de eficiencia que genera un producto de adecuada distribución granulométrica.

Localización del proyecto

La planta productora de cemento quedará ubicada en el departamento de Tolima, en el municipio de San Luis, en el predio conocido como Puente Alegre No. 2 (área 13,24 hectáreas), de la vereda Caracolí, en límites con el municipio del Valle de San Juan, sobre la vía de orden secundario intermunicipal que conecta los municipios de San Luis y Valle de San Juan, en una zona franca con área encerrada de 12.120 Hectáreas. El punto de ingreso quedará localizado en las coordenadas X=887.510 y Y=960.296.

La finca Puente Alegre No.2 limita por el Norte, el oriente y el sur con el predio Puente Alegre No. 1 de propiedad de Rocky Point S.A.S. y al occidente con la vía antes citada en una longitud aproximada de 356 metros.

Contenido de los diferentes capítulos del estudio.

El Estudio de Impactos Ambientales se estructuró de acuerdo con los lineamientos establecidos en la Guía Minero Ambiental de la Industria del Cemento, expedidas por el Instituto Colombiano de Productores de Cemento, con el acompañamiento de los Ministerios de Minas y Energía y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. El contenido del presente estudio se resume a continuación de acuerdo con sus respectivos capítulos.

– Capítulo 1 – Generalidades

El primer capítulo contiene una descripción muy general del Proyecto en cuanto a objetivos, alcances, justificación, ubicación y entorno general, trámites anteriores, así como un análisis sobre la legislación ambiental que enmarca la solicitud de Licencia Ambiental. También se presentan las metodologías utilizadas para la recolección de información y de elaboración de los diferentes capítulos, así como el equipo de consultores que participaron en la redacción de este estudio.

– Capítulo 2 – Descripción del Proyecto:

El segundo capítulo trata sobre las actividades constructivas y operativas del Proyecto, en sus aspectos técnicos y organizacionales.

– Capítulo 3 – Caracterización del Área de Influencia del Proyecto:

El tercer capítulo corresponde a la caracterización del Área de Influencia Directa e Indirecta del Proyecto, en sus aspectos ambientales y socioeconómicos, con base en información

primaria y secundaria. Con base en las conclusiones y aspectos relevantes de cada componente, se realizó una zonificación ambiental del Área de Influencia Directa.

El Área de Influencia del Proyecto considerada para la caracterización del medio biótico, abiótico y socioeconómico se estableció en función de las actividades constructivas y operativas a ser desarrolladas, así:

- Área de Influencia ambiental:
 - AID: predio del Proyecto.
 - AII: Vereda Caracolí.
- Área de Influencia socioeconómica:
 - AID: Vereda Caracolí del municipio de San Luis.
 - AII: Municipio de San Luis, Municipio del Valle de San Juan y la vereda El Dinde perteneciente a este último

– Capítulo 4 – Demanda de recursos naturales:

El cuarto capítulo presenta los requerimientos de uso de recursos naturales del Proyecto. Se estableció que el Proyecto requerirá solicitar:

- o Un permiso de vertimiento al Río Luisa.
- o Concesión de Aguas Rio Luisa.
- o Aprovechamiento Forestal.
- o Permiso de emisiones atmosféricas (Por complementar para los fines correspondientes.

– Capítulo 5 – Evaluación ambiental:

El capítulo quinto identifica y evalúa los impactos ambientales del Proyecto en sus fases de construcción y de operación, estableciendo previamente la situación actual del entorno (también llamada evaluación de impactos sin proyecto), que contempla las eventuales actividades antrópicas del Área de Influencia del Proyecto.

La metodología adoptada permitió que la evaluación de los impactos del Proyecto incluyera los resultados de la evaluación sin Proyecto como uno de los parámetros para alimentar el modelo.

– Capítulo 6 – Zonificación de Manejo Ambiental del Proyecto:

El capítulo sexto presenta la zonificación ambiental, con base en criterios bióticos, abióticos y socioeconómicos, con la identificación de aquellas áreas, que, en el contexto del manejo ambiental del proyecto, deberán ser tratadas como áreas de intervención, áreas de intervención con restricciones o áreas de exclusión.

– Capítulo 7 – Plan de Manejo Ambiental:

El capítulo séptimo contiene el Plan de Manejo Ambiental del Proyecto en sus diferentes fases, presentado en forma de fichas de trabajo para la prevención, corrección, mitigación o compensación de los impactos ambientales y sociales evaluados en el capítulo anterior.

Para esto, se adaptó el listado recomendado en las Guías Minero Ambientales de la Industria del Cemento a las necesidades del Proyecto, para un mejor control de la operación, por lo que se integraron criterios de diseño y de tipo procedimental.

– Capítulo 8 – Plan de Seguimiento y Monitoreo del Proyecto:

El capítulo octavo desarrolla el Plan de Seguimiento y Monitoreo del Proyecto en sus diferentes fases, también presentado en forma de fichas de programas, acogiendo el listado recomendado en las Guías Minero Ambientales de la Industria del Cemento.

– Capítulo 9 – Plan de Contingencia:

El capítulo noveno contiene los análisis de riesgos para las fases de construcción y de operación de la planta productora de cemento. Con relación al Plan de Contingencia, se dieron los lineamientos correspondientes, de acuerdo con la estructura y criterios establecidos en el Plan Nacional de Contingencia.

– Anexos:

Los anexos contiene información complementaria de soporte, como resultados oficiales y/o detallados de monitoreos, fichas veredales, planos de interés, información complementaria y la bibliografía utilizada a lo largo del estudio.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Este Estudio de Impacto Ambiental tiene como objetivo identificar y evaluar la afectación ambiental y socioeconómica susceptible de generarse con el desarrollo del Proyecto de construcción y operación de una planta productora de cemento en el municipio de San Luis, vereda Caracolí, en el Departamento del Tolima.

Con base en la evaluación, se formulará el Plan de Manejo Ambiental del Proyecto en sus diferentes fases, cuya adopción e implementación permitirá prevenir, corregir, mitigar o compensar los impactos ambientales identificados.

1.2.2 Objetivos específicos

- Dar a conocer a la autoridad ambiental los principales aspectos técnicos del Proyecto.

- Establecer el Área de Influencia Directa e Indirecta del Proyecto, con base en sus impactos ambientales y sus riesgos asociados.
- Establecer una línea base ambiental y socioeconómica del Área de Influencia, que sea un punto de referencia para el seguimiento ambiental del Proyecto.
- Realizar una zonificación ambiental del Área de Influencia, punto de partida para establecer una Zonificación de Manejo Ambiental, reduciendo así los impactos ambientales susceptibles de ocurrir.
- Establecer los requerimientos de recursos naturales del Proyecto y sus medidas de compensación.
- Identificar y evaluar los impactos ambientales del Proyecto en sus diferentes fases, lo cual incluye la evaluación de los requerimientos de recursos naturales.
- Establecer el Plan de Manejo Ambiental y el Plan de Seguimiento y Monitoreo del Proyecto, consecuentes con la Zonificación de Manejo Ambiental del Proyecto.
- Evaluar los riesgos de las fases de construcción y de operación y presentar los lineamientos para el Plan de Contingencia.
- Establecer medidas de manejo para la fase de abandono del Proyecto.

1.3 Antecedentes

El proyecto cuenta con una ubicación estratégica puesto que estaría localizado a 180 km de Bogotá, 240 Km de Cali (Figura 1-1) y 890 km de Barranquilla, pudiendo suplir demandas regionales o zonales insatisfechas, orientadas principalmente a la industria de producción de concretos y prefabricados. (Figura 1-2).

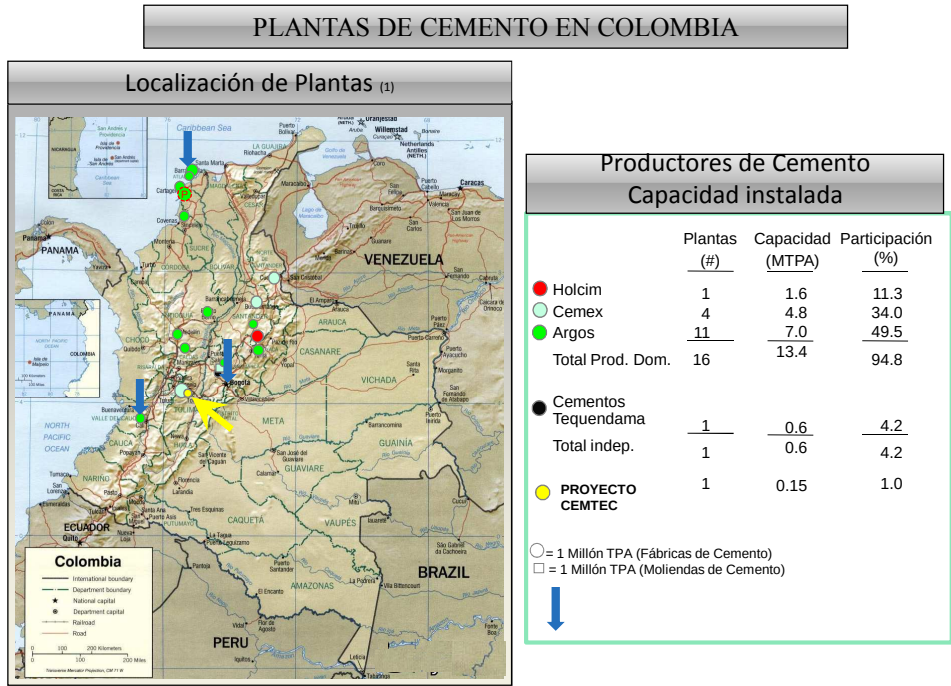
Adicionalmente la cercanía a fuentes óptimas de materias primas (Caliza), canteras con licencias de explotaciones vigentes y el acceso directo a fuentes de arcilla, mineral de hierro, puzolana y yesos en zonas aledañas y con licencias de explotación vigentes, representa ventajas importantes para garantizar el éxito de la planta.

Figura 1-1. Vías de acceso a Bogotá y Cali



Fuente: Cemcolsa

Figura 1-2. Localización de capacidad instalada de producción de cemento.



Fuente: Cemcolsa

Esta planta productora tendría una participación marginal del mercado (Figura 1-2), y la mayor parte de la producción estaría destinada a abastecer las industrias que producen materiales de construcción, como tejas y otros.

La planta brinda la posibilidad de ampliar su capacidad hasta 700 tpd de clínker, con una infraestructura moderna, con tecnología de punta, de alta eficiencia y cortos plazos de entrega. Adicionalmente, se haría un aprovechamiento del desarrollo local para el suministro y montaje de equipos auxiliares y de transporte. Se tiene la posibilidad de producir cementos “adicionados” que son los que se utilizan en la región. En la Figura 1-3 se observa el análisis realizado en el proceso de planeación del proyecto

Figura 1-3. Proceso de planeación del proyecto



Fuente: Cemcolsa

En la región se tienen explotaciones de mármol y caliza de primera calidad con reservas probadas suficientes para varios años de producción, con títulos mineros vigentes. Estas explotaciones se encuentran a muy pocos minutos de la planta. Las reservas probadas de mármol son de 16.2 millones de toneladas y de Caliza son de 32.0 millones de toneladas (Figura 1-4).

En cuanto a la disponibilidad de Yeso, se tienen reservas probadas con calidades de primera (3.9 millones de toneladas), aptas para la industria cementera, suficientes para varios años de producción, con títulos mineros vigentes.

La posibilidad de explotación de estos recursos mineros, tendrá un impacto para el municipio, pues se generará empleo e ingresos para el fisco, por concepto de impuestos de Industria y Comercio y Regalías.

Figura 1-4. Localización minas licenciadas y en producción



Fuente: Cemcolsa

1.4 Marco normativo

El equipo de trabajo para el EIA adelantó una revisión de la normatividad vigente que debe ser tomada en cuenta para realizar proyectos de construcción y operación de una planta productora de cemento.

Exigibilidad de la Licencia Ambiental:

Teniendo en cuenta los antecedentes expuestas anteriormente en el párrafo 1.3 y en lo atinente al marco normativo del caso que nos ocupa, este análisis se inicia con la Ley 99 de 1993 que consagra en el Título VIII los principales aspectos de la Licencia Ambiental, definiéndola en el artículo 50 en los siguientes términos:

“Se entiende por Licencia Ambiental la autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de una obra o actividad, sujeta al cumplimiento por el beneficiario de la licencia de los requisitos que la misma establezca en relación con la

prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales de la obra o actividad autorizada”.

Para reglamentar el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambiental se expidió recientemente el Decreto 2820 de 2010, en el cual se amplió la definición de la ley y se adicionaron nuevas actividades que para su ejecución requieren de la expedición de la licencia ambiental. De la misma forma, tal y como lo estableció el Decreto 1220 de 2005, hoy derogado por el Decreto 2820 de 2010, se estableció que la licencia ambiental llevará implícitos todos los permisos de aprovechamiento de los recursos naturales:

“Artículo 3°. Concepto y alcance de la licencia ambiental. La licencia ambiental, es la autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de un proyecto, obra o actividad, que de acuerdo con la ley y los reglamentos pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje; la cual sujeta al beneficiario de ésta, al cumplimiento de los requisitos, términos, condiciones y obligaciones que la misma establezca en relación con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales del proyecto, obra o actividad autorizada.

La licencia ambiental llevará implícitos todos los permisos, autorizaciones y/o concesiones para el uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales renovables, que sean necesarios para el desarrollo y operación del proyecto, obra o actividad.

El uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales renovables, deberán ser claramente identificados en el respectivo Estudio de Impacto Ambiental.

La licencia ambiental deberá obtenerse previamente a la iniciación del proyecto, obra o actividad. Ningún proyecto, obra o actividad requerirá más de una licencia ambiental.

Parágrafo. *Las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales no podrán otorgar permisos, concesiones o autorizaciones ambientales, cuando éstos formen parte de un proyecto cuya licencia ambiental sea de competencia privativa del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.”*

Con relación a la exigibilidad de la licencia ambiental, el mismo Decreto en su artículo 7 establece que los proyectos, obras o actividades que están sujetos a licencia ambiental son únicamente los que están relacionados en los artículos 8 y 9 del mismo Decreto. Dentro de ese listado de actividades se encuentra la construcción de siderúrgicas, cementeras y plantas concreteras fijas cuya producción de concreto sea superior a 10.000 m³/mes, caso del Proyecto de Construcción y Operación de una Planta Cementera en San Luis - Tolima.

Una característica importante de las normas vigentes es que solo se podrá exigir una licencia ambiental por cada proyecto o actividad. Además de eso, cabe mencionar que el término de la licencia ambiental corresponde a la vida útil del proyecto, obra o actividad.

Es importante tener en cuenta el artículo 132 del Decreto 2150 de 1995 “*Por el cual se suprimen y reforman regulaciones, procedimientos o trámites innecesarios en la Administración Pública*”:

Artículo 132: De la licencia ambiental y otros permisos. “La Licencia Ambiental llevará implícitos todos los permisos, autorizaciones y concesiones, de carácter ambiental, necesarios para la construcción, desarrollo y operación de la obra, industria o actividad. La vigencia de estos permisos será la misma de la licencia ambiental”.

El Decreto 2820 de 2010 consagra en su artículo 9 la competencia de las Corporaciones Autónomas Regionales para expedir la licencia en el caso que nos convoca cuando establece:

“Artículo 9º. Competencia de las Corporaciones Autónomas Regionales. Las Corporaciones Autónomas Regionales, la de Desarrollo Sostenible, los Grandes Centros Urbanos y las autoridades ambientales creadas por la Ley 768 de 2002, otorgarán o negarán de manera privativa la licencia ambiental para los siguientes proyectos, obras o actividades, que se ejecuten en el área de su jurisdicción:

(...)

2. Siderúrgicas, cementeras y plantas concreteras fijas cuya producción de concreto sea superiores a 10.000 m³/mes.”

En desarrollo del artículo 59 de la Ley 99 de 1993 (que no ha sido derogado por ninguna norma o fallo jurisprudencial y por tanto se encuentra vigente), se señala lo siguiente:

“Artículo 59. De la Licencia Ambiental Única. A solicitud del peticionario, la autoridad ambiental competente incluirá en la Licencia Ambiental, los permisos, concesiones y autorizaciones necesarias para adelantar la obra o actividad.

En los casos en que el MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE sea competente para otorgar la licencia ambiental, los permisos, concesiones y autorizaciones relacionados con la obra o actividad para cuya ejecución se pide la licencia, serán otorgados por EL MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, teniendo en cuenta la información técnica suministrada por las Corporaciones Autónomas Regionales, las entidades territoriales correspondientes y demás entidades del Sistema Nacional del Ambiente.”

Bajo el Decreto 2820 de 2010, es una obligación de la autoridad ambiental que otorga la licencia ambiental el incluir los permisos ambientales. Así puede inferirse de la redacción de la norma citada y que se reitera para mayor claridad: “*La licencia ambiental llevará implícitos todos los permisos*”. El verbo se encuentra en imperativo y aplicable a todas las decisiones sobre licencias ambientales que tomen las autoridades competentes hacia futuro.

Uso de suelo:

Para determinar el uso del suelo para el proyecto de la referencia, se revisó y analizó el EOT de San Luis adoptado por el Acuerdo N° 003 DE 18 de marzo de 2010 por el cual se adoptan los ajustes al esquema de ordenamiento territorial municipal, se definen los usos del suelo para las diferentes zonas del municipio y se establecen las reglamentaciones urbanísticas correspondientes.

En este contexto, es necesario tener en cuenta los siguientes artículos:

***Artículo 21. Suelo Rural.** Constituido por los terrenos no aptos para el uso urbano por destinación a usos agrícolas, pecuarios, forestales, de conservación, de explotación de recursos naturales o actividades análogas; Así como también por el suelo suburbano. Comprende el territorio existente entre la zona urbana y los límites municipales. Sus límites son los ya definidos para el territorio municipal y las zonas urbanas.*

***1.- Industrial.** De acuerdo al “ESTUDIO TÉCNICO PARA LA DETERMINACION DE ACCIONES A IMPLEMENTAR EN LA ZONA DE EXPLOTACIÓN MINERA Y LOS USOS INDUSTRIALES DEL MUNICIPIO”, complementado con conclusiones y recomendaciones, se expone la necesidad de declarar una zona industrial en la zona entre el Centro Poblado de Payandé y Puente Alegre vía a Valle de San Juan.*

Los suelos industriales están divididos en cuatro áreas, contempladas en el corredor generado sobre el corredor que de Payandé a Valle de San Juan hasta Puente Alegre y corresponden a una franja de 300 metros a lado y lado de la vía, medidos luego de la franja vial establecida en la Ley 1228 de 2008.

El proyecto está localizado en:

1.2.1.3. Industria de Alto Impacto, (ZIAI). (De alto Impacto). Fabricación de productos en serie, realizada en grandes establecimientos que demandan maquinaria, tecnología especializada, que demandan alto movimiento de materia prima, producto terminado y alto volumen de mano de obra, lo mismo que energía y/o agua. **USOS Uso principal:** Fabricación de calzado; Industrias básicas de hierro, acero y cemento; fabricación de Productos Metálicos y ensamblaje automotor; fabricación de productos alimenticios, bebidas; beneficio, molienda producción de impalpables y calcinación de minerales para producción de cales, cementos, aglomerante, derivados y similares. **Usos compatibles:** Vivienda de apoyo a la industria, no concentrada, procesos agroindustriales, cafetería, restaurantes. **Usos Condicionados:** estaciones de servicio, hospedaje. **Usos Prohibido:** Urbanismo, Vivienda campestre, minería, tabernas, grilles, juegos y salas de diversión, atracciones mecánicas y circos, streap tease.

El proyecto “Construcción y Operación de una Planta Cementera” se encuentra ubicado en el predio de nombre Puente Alegre, de la Vereda Caracolí, del Municipio de San Luis – Tolima,

identificado con el número catastral 00-01-0005-0018-000, matrícula inmobiliaria 360-0005032.

De conformidad con la ubicación del predio y revisando el EOT del Municipio, el proyecto se desarrollará dentro de la Zona Industrial de Alto Impacto establecida y por lo tanto se encuentra en concordancia con el Ordenamiento Territorial del municipio.

Es necesario tener en cuenta que revisado el Plan de Desarrollo del Municipio de San Luis “*Renovación Social en Marcha 2008-2011*” el proyecto se encuentra localizado dentro de la categoría de “Eje de Desarrollo Económico, Generación de Ingresos y Empleo”, cuyos objetivos entre otros son:

- Mejorar la capacidad productiva del municipio para hacer más competitiva la mano de obra.
- Vincular al sector empresarial local, en la contribución del desarrollo económico de la zona, a partir del compromiso de suplir su demanda de insumos, mano de obra y materia prima desde la misma región.

De la misma forma, el proyecto se encuentra enmarcado dentro del programa de Desarrollo Empresarial, en el cual se define como uno de los Objetivos Programáticos, el de desarrollar acciones para que los empresarios realicen sus actividades de manera competitiva y generan más y mejores empleos. Para lograr dicho objetivo se proponen estrategias de gestión de recursos a través de la cooperación internacional para el desarrollo empresarial del municipio. Otras estrategias son la creación y fortalecimiento de asociaciones para organizar el sector a nivel municipal, creando incentivos para atraer inversionistas en todos los sectores y la formación técnica y empresarial en las instituciones educativas.

Por todo lo anterior, se reconoce que el proyecto “Construcción y Operación de una Planta Cementera” no contraviene el Plan de Desarrollo del Municipio de San Luis así como se ajusta a los lineamientos del EOT (Acuerdo No. 003 del 18 de marzo de 2010), generando beneficios económicos, sociales y ambientales para el municipio y para la región.

Participación ciudadana:

La Constitución Política de Colombia de 1991 promueve ampliamente los procesos participativos, un claro ejemplo de ello es el proceso de licenciamiento ambiental, en el que se ponen de manifiesto diferentes formas de la participación ciudadana.

Para el caso que nos ocupa se tuvieron en cuenta, entre otras normas, el Decreto 2820 de 2010, el cual establece algunos puntos sobre el tema de participación ciudadana.

Artículo 15. Participación de las comunidades: Se deberá informar a las comunidades el alcance del proyecto, con énfasis en los impactos y las medidas de manejo

propuestos y valorar e incorporar en el Estudio de Impacto Ambiental, cuando se consideren pertinentes, los aportes recibidos durante este proceso.”

En el mismo sentido encontramos el artículo 50, precepto legal de suma importancia para el proceso de participación ciudadana, que pone de presente el derecho que tiene todas las personas *“a solicitar información sobre el trámite de un proyecto, obra o actividad sujeto a Licencia Ambiental ante la autoridad ambiental competente, quien expedirá constancia del estado en que se encuentre el trámite”*.

Uno de los objetivos de la política trazada por el MAVDT en este tema y que se tuvo en cuenta en la realización del estudio que se presenta es el principio que implica que se debe allegar a las autoridades ambientales información de calidad, considerado como un elemento estratégico de la gestión ambiental que conlleva finalmente a una participación eficaz.

Participación administrativa:

Este tipo de participación es la que realiza cualquier persona ante una autoridad ambiental. Encontramos las siguientes herramientas de participación:

- **DERECHO DE PETICIÓN.** Consagrado en la Constitución de 1991 en el artículo 23 y reglamentado en el Código Contenciosos Administrativo. Puede ejercerse ante cualquier entidad pública o privada que desempeñe funciones públicas. En materia ambiental, este derecho se encuentra consagrado en la Ley 99 de 1993 en su artículo 74: *“Del Derecho de Petición de Informaciones. Toda persona natural o jurídica tiene derecho a formular directamente petición de información en relación con los elementos susceptibles de producir contaminación y los peligros que el uso de dichos elementos pueda ocasionar a la salud humana, de conformidad con el artículo 16 de la Ley 23 de 1973. Dicha petición debe ser respondida en diez (10) días hábiles. Además, toda persona podrá invocar su derecho a ser informada sobre el monto y utilización de los recursos financieros que están destinados a la preservación del medio ambiente.*
- **DERECHO DE INTERVENCIÓN.** La Ley 99 de 1993, artículos 69 y 70, señala que cualquier persona natural o jurídica, pública o privada, sin necesidad de demostrar interés jurídico alguno, podrá intervenir en las actuaciones administrativas iniciadas para la expedición, modificación o cancelación de permisos o licencias de actividades que afecten o puedan afectar el medio ambiente o para la imposición o revocación de sanciones por el incumplimiento de las normas y regulaciones ambientales.
- **AUDIENCIA PÚBLICA AMBIENTAL.** Reglamentada por el Decreto 330 de 2007, tiene por objeto dar a conocer a las organizaciones sociales, comunidad en general, entidades públicas y privadas la solicitud de licencias, permisos o concesiones ambientales o la existencia de un proyecto, obra o actividad, los impactos que éste pueda generar o genere y las medidas de manejo propuestas o implementadas para prevenir, mitigar, corregir y/o

compensar dichos impactos, así como recibir opiniones, informaciones y documentos que aporte la comunidad y demás entidades públicas o privadas.

- CONSULTA DE MINORÍAS ÉTNICAS. La consulta a comunidades indígenas y negras hace parte del proceso de licenciamiento ambiental en aquellos casos en los que el Área de Influencia Directa se encuentra en territorios colectivos o resguardos indígenas.

Recurso hídrico: concesión de aguas superficiales:

El compendio de normatividad en el tema del recurso hídrico es el siguiente:

– Decreto-Ley 2811 de 1974:	Código de recursos naturales
– Decreto 1541 de 1978:	Aguas no marítimas
– Ley 9 de 1979:	Código Sanitario
– Decreto 1594 de 1984:	Usos agua y residuos líquidos
– Ley 373 de 1997:	Uso eficiente y ahorro del agua
– Decreto 3100 de 2003:	Tasas retributivas
– Decreto 155 de 2004	Tasas por uso del agua
– Decreto 1900 de 2006	Inversión del 1%
– Decreto 3930 de 2010	Usos del Agua y residuos líquidos

Para cumplir con la normatividad ambiental y teniendo en cuenta que para la realización del proyecto, se requerirá de concesión de aguas superficiales a ser captada del Río Luisa, por lo que se hace especial referencia al artículo 88 del CNRRN que consagra los siguiente: “*salvo disposiciones especiales, solo puede hacerse uso de las aguas en virtud de una concesión*”.

Se destaca de lo anterior, que el uso del agua requiere concesión. Es así como el artículo 59 de la norma citada (Decreto Ley 2811) se refiere a que las concesiones se otorgarán en los casos expresamente previstos en la ley, y se regularán por las normas del presente capítulo, sin perjuicio de las especiales que para cada recurso se contemplen. El artículo 60 consagra que la duración de la concesión será fijada teniendo en cuenta la naturaleza y duración de la actividad económica para cuyo ejercicio se otorga, y la necesidad de que el concesionario disponga del recurso por un tiempo suficiente para que la respectiva explotación resulte económicamente rentable y socialmente benéfica. El artículo 39 del Decreto 1541 de 1978 se refiere a la duración de las concesiones, al establecer que las concesiones a que se refieren los artículos anteriores se otorgarán por un término no mayor de 10 años, salvo las destinadas a la prestación de servicios públicos o a la construcción de obras de interés público o social, que podrán ser otorgadas por periodos de hasta de 50 años.

Sin embargo, es necesario tener en cuenta que los permisos, trámites y autorizaciones ambientales incorporados dentro de la licencia ambiental tendrán la misma vigencia que se otorga para la licencia ambiental.

Del artículo 92 del Código se infiere que para poder otorgarla, toda concesión de aguas estará sujeta a condiciones especiales previamente determinadas para defender las aguas, lograr su conveniente utilización, la de los predios aledaños y, en general, el cumplimiento de los fines de utilidad pública e interés social inherentes a la utilización.

Recurso hídrico: permiso de vertimiento a aguas superficiales:

Con relación al permiso de vertimientos, el artículo 208 del CNRRN establece que, si como consecuencia del aprovechamiento de aguas en cualquiera de los usos previstos en el artículo 36 de este decreto, se han de incorporar a las aguas sustancias o desechos, se requerirá permiso de vertimiento, el cual se tramitará junto con la solicitud de concesión o permiso para el uso del agua, o posteriormente si tales actividades sobrevienen al otorgamiento del permiso o concesión.

El Decreto 3930 de 2010 “*Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI –Parte III- Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones*” en el Capítulo VI se regula todo lo relacionado con el tema de vertimientos.

El artículo 24 del Decreto en mención establece las prohibiciones. No se admiten vertimientos:

1. En las cabeceras de las fuentes de agua.
2. En acuíferos.
3. En los cuerpos de agua o aguas costeras, destinadas para recreación y usos afines que impliquen contacto primario, que no permita el cumplimiento del criterio de calidad para este uso.
4. En un sector aguas arriba de las bocatomas para agua potable, en extensión que determinará, en cada caso, la autoridad ambiental competente.
5. En cuerpos de agua que la autoridad ambiental competente declare total o parcialmente protegidos, de acuerdo con los artículos 70 y 137 del Decreto –Ley 2811 de 1974.
6. En calles, calzadas y canales o sistemas de alcantarillados para aguas lluvias, cuando quiera que existan en forma separada o tengan esta única destinación.
7. No tratados provenientes de embarcaciones, buques, naves u otros medios de transporte marítimo, fluvial o lacustre, en aguas superficiales dulces y marinas.
8. Sin tratar, provenientes del lavado de vehículos aéreos y terrestres, del lavado de aplicadores manuales y aéreos, de recipientes, empaques y envases que contengan o hayan contenido agroquímicos u otras sustancias tóxicas.
9. Que alteren las características existentes en un cuerpo de agua que lo hacen apto para todos los usos determinados en el artículo 9 del presente decreto.
10. Que ocasionen altos riesgos para la salud o para los recursos hidrobiológicos.

El Capítulo VII “De la obtención de los permisos de vertimiento y planes de cumplimiento. El artículo 41 establece la obligatoriedad del permiso de vertimiento de la siguiente forma:

Art. 41. Requerimiento de permiso de vertimiento. Toda persona natural o jurídica cuya actividad o servicio genere vertimientos a las aguas superficiales, marina o al

suelo, deberá solicitar y tramitar ante la autoridad ambiental competente, al respectivo permiso de vertimientos.

Por su parte, el Capítulo XI del Decreto 3930 “Disposiciones Finales” establece en el artículo 76 el régimen de transición de la siguiente forma:

Artículo 76. El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial fijará mediante resolución, los usos del agua, criterios de calidad para cada uso, las normas de vertimientos a los cuerpos de agua, aguas marinas, alcantarillados públicos y al suelo y el Protocolo para el Monitoreo de los Vertimientos en Aguas Superficiales, Subterráneas.

Mientras el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial expide las regulaciones a que hace referencia el inciso anterior, en ejercicio de las competencias de que dispone según la Ley 99 de 1993, continuarán transitoriamente vigentes los artículos 37 a 48, artículos 72 a 79 y artículos 155, 156, 158, 160, 161 del Decreto 1594 de 1984.

Por esto, se relacionan a continuación los artículos relacionados con las normas de vertimiento del Decreto 1594 de 1984.

DECRETO 1594 DE 1984: *Por el cual se reglamenta parcialmente el título I de la Ley 9 de 1979, así como el capítulo II del título VI - parte III - libro II y el título III de la parte III - libro I - del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.*

Artículo 38. Criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico, que para su potabilización requiere solamente tratamiento convencional.

Para el uso industrial, no se establecen criterios de calidad con excepción de las actividades relacionadas con explotación de cauces, playas y lechos, para las cuales se deberán tener en cuenta los criterios contemplados en el párrafo 1 del artículo 42 y en el artículo 43 en lo referente a sustancias tóxicas o irritantes, pH, grasas y aceites flotantes, materiales flotantes provenientes de actividad humana y coliformes totales.

Recurso hídrico: permiso de ocupación de cauce:

El compendio de normatividad en el tema del recurso hídrico – ocupación de cauce, es el siguiente:

– Decreto 2811 de 1974:	Código de Recursos Naturales
– Decreto 1541 de 1978:	Aguas no marítimas
– Decreto 3930 de 2010:	Usos del agua

El proyecto tiene previsto la intervención del Río Luisa; por esto se realizó el estudio de la normatividad relativa.

La normatividad ambiental colombiana prevé que cuando se generen impactos sobre los recursos naturales, la sedimentación, los cambios de cauces, para extraer materiales de arrastre de los cauces o lechos de los ríos o arroyos se requiere tramitar el permiso correspondiente.

Así lo dispuso el Decreto 2811 de 1974 en su artículo 99 que establece que requiere permiso la extracción por particulares, de materiales de arrastre de los cauces o lechos de las corrientes o depósitos de aguas, como piedra, arena y cascajo. Por su parte, el artículo 100 del Código de Recursos Naturales establece que cuando autoricen trabajos en cauces o lechos de ríos o lagos, las concesiones para la exploración o explotación mineral, no podrán ser otorgadas sin previa autorización de la entidad que debe velar por la conservación del cauce o lecho.

De la misma forma el Decreto 1541 de 1987 hace una extensiva reglamentación del trámite para obtener la autorización para hacer explotaciones de material de arrastre de los cuerpos de agua. En este sentido se encuentran los artículos 87, 88 y 89 del Decreto en mención.

Cualquier obra que ocupe un cauce, de la misma manera, requiere tramitar la correspondiente autorización. El artículo 102 del Código de Recursos Naturales dispone lo siguiente:

“Quien pretenda construir obras que ocupen el cauce de una corriente o depósito de agua, deberá solicitar autorización”.

En ese mismo sentido se encuentra el artículo 132 del Decreto 2811 de 1974 que consagra que *“sin permiso no se podrán alterar los cauces, ni el régimen ni la calidad de las aguas, ni intervenir su uso legítimo.”*

Plan de Inversión del 1%:

El párrafo del artículo 43 de la Ley 99 de 1993 establece:

Parágrafo del Artículo 43 Ley 99 de 1993: *Todo proyecto que involucre en su ejecución el uso del agua, tomada directamente de fuentes naturales, bien sea para consumo humano, recreación, riego o cualquier actividad industrial o agropecuaria, deberá destinar no menos de un 1% del total de la inversión para la recuperación, preservación y vigilancia de la cuenca hidrográfica que alimenta la respectiva fuente hídrica. El propietario del proyecto deberá invertir este 1% en las obras y acciones de recuperación, preservación y conservación de la cuenca que se determinen en la licencia ambiental del proyecto.*

La Corte Constitucional en Sentencia C-495 de 1996 se pronunció sobre esta inversión de la siguiente forma:

“La inversión forzosa del párrafo del artículo 43 de la Ley 99 de 1993, consistente en destinar el 1% del total de la inversión que ha generado tasas por utilización de aguas, para la recuperación, preservación y vigilancia de la cuenca hidrográfica que alimenta la respectiva fuente hídrica, es una carga social que desprende de la función social de la propiedad (art. 58C.P.). En efecto, no puede ser considerada una obligación tributaria porque no se establece una relación bilateral entre un sujeto activo y un sujeto pasivo, pues, según el párrafo aludido, es la propia persona la que ejecuta las obras y acciones de recuperación, preservación y conservación de la cuenca hidrográfica, bajo la orientación de la autoridad ambiental, a través de la licencia ambiental del proyecto.”

La Ley 812 de 2003, modificó el párrafo del artículo 43 de la ley 99 de 1993, en el sentido de *“establecer que los recursos provenientes de la aplicación del artículo 43 de la Ley 99 de 1993, se destinarán a la protección y recuperación del recurso hídrico de conformidad con el respectivo Plan de Ordenamiento y manejo de la cuenca”*.

Este párrafo fue reglamentado posteriormente por el Decreto 1900 de 2006. El artículo 2 de este decreto especifica que proyectos están sujetos a esta inversión forzosa.

Artículo 2 del Decreto 1900 de 2006: Para efectos de la aplicación del presente decreto, se considera que un proyecto deberá realizar la inversión del 1% siempre y cuando cumplan con la totalidad de las siguientes condiciones:

- a) Que el agua sea tomada directamente de una fuente natural, sea superficial o subterránea;*
- b) Que el proyecto requiera licencia ambiental;*
- c) Que el proyecto, obra o actividad utilice el agua en su etapa de ejecución, entendiendo por ésta, las actividades correspondientes a los procesos de construcción y operación;*
- d) Que el agua tomada se utilice en alguno de los siguientes usos: consumo humano, recreación, riego o cualquier otra actividad industrial o agropecuaria.*

PARÁGRAFO 1o. La inversión a que hace referencia el artículo 1o del presente decreto, será realizada por una sola vez, por el beneficiario de la licencia ambiental.

PARÁGRAFO 2o. Lo dispuesto en el presente decreto no aplica para aquellos proyectos que tomen el agua directamente de la red domiciliaria de acueducto operada por un prestador del servicio.

Teniendo en cuenta que el proyecto prevé la utilización de la fuente hídrica río Luisa se tiene contemplado realizar la inversión del 1% establecido en la normatividad vigente.

Emisiones atmosféricas y permiso de emisiones atmosféricas:

Para el Proyecto de construcción y operación de una Planta Cementera, teniendo en cuenta el tipo de operaciones específicas que se desarrollarán requiere de permiso de emisiones atmosféricas, de conformidad con la normatividad expuesta a continuación.

El Decreto 948 de 1995 del Ministerio de Ambiente, en su Art. 73:

“Artículo 73: Casos que requieren permiso de emisión atmosférica. Requerirá permiso previo de emisión atmosférica la realización de alguna de las siguientes actividades, obras o servicios, públicos o privados:

[...]

b. Descargas de humos, gases, vapores, polvos o partículas por ductos o chimeneas de establecimientos industriales, comerciales o de servicio;

[...]”

El párrafo primero del artículo 72 del Decreto 948 dispone que el permiso puede obtenerse como parte de la licencia ambiental única –lo cual aplica para el proyecto de la referencia-, o de la licencia global, o de manera separada, en los demás casos previstos por la ley y los reglamentos.

Por otro lado, en la Resolución 909 de 2008 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial “Por la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones”, en su artículo 6, se establecen las actividades industriales y los contaminantes que cada una de las actividades industriales debe monitorear.

En la mencionada Resolución se fijan los límites permisibles para fuentes fijas, parcialmente modificada por la Resolución 1309 del 13 de julio de 2010.

1.1) Para el caso de una planta de cemento futura, aplicarían los límites permisibles establecidos en el Capítulo IX, Art. 27, “*estándares de emisión admisibles para los hornos cementeros y secadores de materias primas nuevos a condiciones de referencia en instalaciones cementeras*”:

A condiciones de referencia fijadas en 25°C, 760 mm Hg y 11% de oxígeno:

- Material particulado: 50 mg/m³.
- SO₂: 500 mg/m³.
- NO_x: 600 mg/m³ (hornos cementeros) o 500 mg/m³ (secador de materias primas).

1.2) En caso de realizar coprocesamiento de residuos peligrosos en hornos cementeros, aplicarían los límites permisibles del Art. 48:

A condiciones de referencia fijadas en 25°C, 760 mm Hg y 11% de oxígeno:

- Material particulado: 50 mg/m³.
- SO₂: 500 mg/m³.
- NO_x: 550 mg/m³ (800 mg/m³ si la concentración de material particulado es inferior o igual a 30 mg/m³, de acuerdo con la Res. 1309 de 2010, Art. 5°).

- COT: 10 mg/m³ (15 mg/m³ si la concentración de material particulado es inferior o igual a 30 mg/m³, de acuerdo con la Res. 1309 de 2010, Art. 5°).
- HCl: 10 mg/m³.
- HF: 1 mg/m³.
- Hg: 0,05 mg/m³.

1.3) Por otro lado, en regla general, para las plantas de procesamiento de mineral metálico o no metálico, aplica el siguiente límite permisible a nivel de “tritador, operación de tamizaje, elevador de cangilones, banda transportadora, operación de empaque, sitio de almacenamiento, estación de carga de camiones o vagones de ferrocarril encerrado”:

A condiciones de referencia fijadas en 25°C y 760 mm Hg:

- Material particulado: 150 mg/m³, si el flujo de contaminante es inferior o igual a 0,5 kg/h, 50 mg/m³ de lo contrario.

1.4) Sin embargo, en caso de implementar equipos de combustión externa (salvo calderas de producción de vapor superior a 25 t/h), los límites permisibles serían los establecidos en el Artículo 8 (Capítulo III):

A condiciones de referencia fijadas en 25°C, 760 mm Hg y 11% de oxígeno:

- Material particulado: 50 mg/m³ (salvo si se utiliza un combustible gaseoso, en tal caso no hay límite permisible).
- SO₂: 500 mg/m³ (salvo si se utiliza un combustible gaseoso, en tal caso no hay límite permisible).
- NO_x: 350 mg/m³.

1.5) Si el equipo de combustión externa es una caldera de producción de vapor superior a 25 t/h, los límites permisibles aplicables son los del Art. 14, a 25°C, 760 mm Hg:

Combustible sólido: a 6% de oxígeno:

- Material particulado: 50 mg/m³.
- SO₂: 2000 mg/m³.
- NO_x: 600 mg/m³.

Combustible líquido: a 3% de oxígeno:

- Material particulado: 50 mg/m³.
- SO₂: 2000 mg/m³.
- NO_x: 450 mg/m³.

Combustible gaseoso: a 3% de oxígeno:

- NO_x: 300 mg/m³.

1.6) En caso de contar con un equipo de generación eléctrica impulsado por un motor de combustión interna con capacidad igual o superior a 1 MW, aplicarían los siguientes límites permisibles (Resolución 1309 de 2010, Art. 2°):

A condiciones de referencia fijadas en 25°C, 760 mm Hg y 15% de oxígeno:

- Material particulado: 50 mg/m³.
- SO₂: 400 mg/m³.
- NO_x: 1800 mg/m³.

1.7) La determinación de la altura de las chimeneas está sujeta al cumplimiento de lo establecido en el *Protocolo para el control y vigilancia de la contaminación atmosférica generada por las fuentes fijas*, adoptado mediante la Resolución 760 del 20 de abril de 2010 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Parámetros en el tema ruido (actuales y los que consideran se implementarán a futuro):

El marco normativo aplicable es la Resolución 627 del 7 de abril de 2006, tanto para los límites permisibles para emisión de ruido como para ruido ambiental, en función del uso del suelo.

De acuerdo con el Art. 9°, los estándares permisibles de niveles de emisión de ruido para áreas industriales son 75 dB(A) de noche como de día.

De acuerdo con el Art. 17, los estándares permisibles de niveles de ruido ambiental para áreas industriales son 75 dB(A) de día y 70 dB(A) de noche (21:01 a 7:00). Sin embargo es importante tener en cuenta los usos del suelo colindantes con los permitidos en el predio de interés, en caso de ser diferentes, ya que los límites permisibles aplicables serían los más restrictivos (ver la tabla 2 del Art. 17 para establecer el límite a considerar de acuerdo a la ubicación del predio de interés y los usos del suelo previstos en el EOT del municipio de San Luis.

Manejo de residuos sólidos:

El Código de Recursos Naturales contiene unas normas que, sin ser muy extensas ni específicas, presentan una serie de principios fundamentales que deben cumplirse en el manejo de los residuos sólidos. Estas normas no se contradicen con otras posteriores sino que se complementan, pues, como se verá más adelante, los decretos y resoluciones los desarrollan.

El Decreto-Ley 2811 de 1974 incluye a las basuras y residuos dentro los factores que tienen alguna influencia en los recursos naturales renovables y por lo tanto están sujetos a las disposiciones del Código (artículo 4). Luego, en el artículo 8, define más concretamente cuáles son los factores que deterioran el ambiente. El literal a) de este artículo define los términos “contaminación” y “contaminante”. Por contaminantes se entiende “cualquier elemento,

combinación de elementos, o forma de energía que actual o potencialmente pueda producir alteración ambiental... La contaminación puede ser física, química o biológica.” Pero además del literal a), el numeral l) se refiere también a “la acumulación o disposición inadecuada de residuos, basuras, desechos y desperdicios.”

Posteriormente, el Código de Recursos Naturales en la Parte IV establece lo concerniente a las normas de preservación ambiental relativas a elementos ajenos a los recursos naturales. El Título III se refiere a los residuos, basuras, desechos y desperdicios. En este título, hay 5 artículos – del 34 al 38 – que tratan de manera específica este tema. El artículo 34 trae ciertas reglas que deberán observarse en el manejo de los residuos. Tienden a utilizar los mejores métodos de acuerdo con los avances de la ciencia para la recolección, tratamiento, procesamiento y disposición final de los residuos, basuras, desperdicios y desechos de cualquier clase. Por otro lado, se busca también fomentar la investigación en estas áreas con el fin de perfeccionar y desarrollar nuevos métodos para eliminar y controlar los residuos y desechos.

Los otros artículos en este título se refieren a la prohibición de descargar residuos sin autorización, la idoneidad de los medios utilizados para disponer o procesar las basuras, la obligatoriedad de los municipios de organizar los servicios adecuados para recolección, transporte y disposición de basuras.

A partir del artículo 22 hasta el 35, se trata el tema de los residuos sólidos, especialmente las basuras. Esta ley le atribuye la competencia de reglamentar el tema de las basuras al Ministerio de Salud (hoy Ministerio de Protección Social). Así, dicho Ministerio debe determinar los sitios adecuados para separar las basuras y las reglas que se deben seguir en su almacenamiento para impedir la proliferación de insectos, roedores y enfermedades en general.

Estos artículos contienen normas importantes que van profundizando lo dispuesto por el Código de Recursos Naturales pues aunque no se establezcan todas las reglamentaciones debido a que la ley trata gran variedad de temas, por lo menos se establece cual es la entidad competente para actuar y controlar el manejo de los residuos.

Manejo de residuos o desechos peligrosos:

Sobre este tema se encuentran las siguientes disposiciones:

– Ley 253 de 1996	Aprueba el Convenio de Basilea
– Ley 430 de 1998	Desechos Peligrosos
– Decreto 4741 de 2005	Desechos Peligrosos
– Ley 1252 de 2008	Prohibiciones en materia de desechos peligrosos
– Resolución 1362 de 2007	Registro de Generadores de Residuos Peligrosos

La Ley 430 de 1998, contiene medidas prohibitivas en materia ambiental referentes a los desechos peligrosos. Es así como esta norma prohibió introducir o importar desechos

peligrosos al país sin cumplir los procedimientos establecidos para tal efecto en el Convenio de Basilea y sus anexos.

Como reglamentario de la Ley está el Decreto 4741 de 2005, el cual reglamenta principalmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el país. De la misma forma, se establecen de manera detallada las obligaciones y responsabilidades para todos los actores involucrados en el manejo de los residuos o desechos peligrosos desde su generación hasta su eliminación.

El artículo 10 del presente Decreto establece que, en el marco de la gestión integral de los residuos o desechos peligrosos, el generador debe elaborar un plan de gestión integral de los residuos o desechos peligrosos que genere tendiente a prevenir la generación y reducción en la fuente, así como, minimizar la cantidad y peligrosidad de la misma.

Igualmente se dará cumplimiento al artículo 28 del mismo Decreto que establece que los generadores de residuos o desechos peligrosos están obligados a inscribirse en el Registro de Generadores de la autoridad ambiental competente de su jurisdicción. Es así como se prevé que la empresa se registrará ante CORTOLIMA en el Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos, siguiendo las disposiciones de la Resolución 1362 de 2007 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Manejo de residuos especiales:

En esta parte del análisis se hace referencia a las distintas reglamentaciones que tratan diferentes tipos de residuos. La primera de ellas es la Resolución 2309 del 24 de febrero de 1986 por la cual se dictan normas para el cumplimiento del contenido del Título III de la parte IV del Libro I del Decreto-Ley 2811 de 1974 y de los Títulos I, III, y XI de la Ley 9 de 1979 en cuanto a Residuos Especiales.

Los residuos a los que se aplica esta resolución son los que señale el Ministerio de Salud como residuos especiales de acuerdo con la potestad establecido en el artículo 31 de la Ley 9 de 1979. Complementando esta facultad, la resolución define residuos especiales como:

Artículo 2: Residuos Especiales. Para los efectos de esta Resolución se denominan residuos especiales los objetos, elementos o sustancias que se abandonan, botan, desechan, descartan o rechazan y que sean patógenos, tóxicos, combustibles, inflamables, explosivos, radiactivos o volatilizables y los empaques y envases que los hayan contenido, como también los lodos, cenizas y similares.

Parágrafo: Quedan incluidos en esta denominación, los residuos que en forma líquida o gaseosa se empaquen o envasen.

En los artículos siguientes se determinan las características de cada uno de estos residuos. El manejo comprende las actividades de generación, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento, separación y disposición final (artículo 11).

Existe una clase de residuos que no se encuentran definidos en el artículo 2 pero se describen en el artículo 12 y son los residuos incompatibles:

Artículo 12: Residuos incompatibles. Denomínense residuos incompatibles, aquellos que, cuando se mezclan o entran en contacto, pueden reaccionar produciendo efectos dañinos que atentan contra la salud humana, contra el medio ambiente o contra ambos.

Para determinar cuándo es posible la mezcla y cuándo no, bajo qué condiciones se puede hacer, y entre qué sustancias, la Resolución contiene una serie de tablas con toda esta información de manera detallada.

Las personas que se encarguen del manejo de los residuos especiales deben cumplir con las disposiciones sanitarias del caso y además, serán responsables por cualquier tipo de contaminación o por las consecuencias que se pueden originar en la salud humana o sobre el medio ambiente (art. 21).

Manejo de escombros y materiales de construcción:

Con relación a los escombros, se encuentra la Resolución 541 del 14 de diciembre de 1994, por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación. Siguiendo el patrón general de la mayoría de la legislación, el primer artículo contiene las definiciones necesarias para el tema, luego procede a enunciar las normas que se deben seguir con respecto al transporte, cargue, descargue y almacenamiento, dependiendo si son obras públicas, privadas (cada una tiene preceptos diferentes) y, por último, la disposición final de los materiales.

Por ejemplo, el artículo 2 de la Resolución objeto de estudio establece que en materia de cargue, descargue y almacenamiento se prohíbe el almacenamiento temporal o permanente de los materiales y elementos a que se refiere esta Resolución, en áreas de espacio público.

Para la construcción de obras privadas se observará lo siguiente:

a. Está prohibido el cargue, descargue y almacenamiento temporal o permanente, de los materiales y elementos a que se refiere esta resolución, sobre las áreas de espacio público, en desarrollo de la construcción, adecuación, mantenimiento o uso general de obras, actividades, instalaciones y fuentes de material de carácter privado.

b. Los sitios, instalaciones, construcciones y fuentes de material deberán contar dentro de los límites del inmueble privado, con áreas o patios donde se efectúe el cargue, descargue y almacenamiento de este tipo de materiales y elementos y con sistemas de lavado para las llantas de los vehículos de carga, de tal manera que no arrastren material fuera de esos límites, con el fin de evitar el daño al espacio público. El agua utilizada deberá ser tratada y los sedimentos y lodos residuales deberán ser transportados, reutilizados o dispuestos de acuerdo con las regulaciones ambientales vigentes sobre la materia.

En los sitios seleccionados como lugares de almacenamiento temporal, tanto para obras públicas como privadas, no deben presentarse dispersiones o emisiones al aire de materiales; no deben mezclarse los materiales a que hace referencia esta resolución con otro tipo de residuos sólidos, líquidos o gaseosos; y cuando los materiales almacenados sean susceptibles de producir emisiones atmosféricas, ya sean o no fugitivas, deberán cubrirse en su totalidad o almacenarse en recintos cerrados.

Finalmente para el proyecto de Construcción y Operación de una Planta Cementera, se tuvo en cuenta lo dispuesto en la Resolución 541 sobre el tema de las escombreras:

Artículo 3: Escombreras. Los municipios deben seleccionar los sitios específicos para la disposición final de los materiales y elementos a que se refiere esta Resolución, que se denominarán escombreras municipales. Esta selección se hará teniendo en cuenta los volúmenes producidos y características de los materiales y elementos, así como las distancias óptimas de acarreo.

1.5 Alcances

A continuación se presentan los alcances del Estudio:

- Descripción del proyecto (límites): obras civiles, infraestructura mecánica y eléctrica, con base en ingeniería conceptual.
- Caracterización del área de influencia del proyecto: aspectos requeridos para la aplicación de las Guías Minero Ambientales de la Industria del Cemento, para el área de influencia directa e indirecta del proyecto, ampliada a nivel regional para algunos de los componentes, cuando presenta un interés para el análisis global.
- Demanda de recursos naturales: se contemplaron los requerimientos: un permiso de vertimiento, un permiso de aprovechamiento forestal y una concesión de aguas, para la construcción y operación de la planta, la cual incluye el sistema de agua contra incendios.
- Evaluación ambiental: la evaluación de impactos sin Proyecto contempla el estado actual del medio, con la presencia de los asentamientos humanos y actividades antrópicas presentes. La evaluación de impactos con Proyecto contempla las fases de construcción y operación del Proyecto.
- Plan de Manejo Ambiental: cubre los aspectos solicitados las Guías Minero Ambientales de la Industria del Cemento, para los temas que aplican, e integra los procedimientos técnicos de interés para garantizar un adecuado manejo ambiental. Las medidas propuestas serán incluidas en los contratos de construcción y de mantenimiento.
- Plan de Seguimiento y Monitoreo: cubre los aspectos solicitados en las Guías Minero Ambientales de la Industria del Cemento.

- Zonificación Ambiental y Zonificación de Manejo Ambiental: se consideraron todos los aspectos estudiados en el capítulo relativo a la caracterización de la línea base ambiental, en particular lo que se concluyó para cada componente. La Zonificación Ambiental y de Manejo Ambiental se realizó en el Área de Influencia Directa del Proyecto, por ser las áreas susceptibles de intervención directa durante la fase de construcción.
- Análisis de Riesgos y Plan de Contingencia: contempla situaciones de riesgo generadas por las actividades de construcción y operación, así como amenazas externas como terremoto o incidentes de orden público. La información relativa al Plan de Contingencia del Proyecto consiste en lineamientos de interés para la Corporación Autónoma Regional del Tolima - CORTOLIMA, para los fines de evaluar las implicaciones ambientales del Proyecto, ya que el Plan de Contingencia deberá ser ajustado con base en la ingeniería de detalle y, más adelante, los resultados de la fase de *commissioning*. El marco general para la elaboración del Plan de Contingencia es el Plan Nacional de Contingencia.
- Planos: se seleccionaron los planos de interés para ser ploteados en tamaño pliego, dentro del listado establecido en las Guías Minero Ambientales de la Industria del Cemento. En general, se elaboraron para el Área de Influencia Indirecta ambiental del Proyecto.

1.6 Metodología

Los principales documentos de referencia, que permitieron estructurar los diferentes capítulos del EIA fueron los siguientes:

- Guía minero ambiental de la industria del cemento¹.
- Diseño conceptual del Proyecto, elaborado por *INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO S.A.S./IMSACOL*
- Plan de Ordenamiento Territorial y Plan de Desarrollo del municipio del municipio de San Luis - Tolima.
- Planos IGAC e INGEOMINAS.

Las principales metodologías que siguió el equipo de trabajo para los fines del desarrollo de este Estudio de Impacto Ambiental fueron las siguientes:

¹ COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA, INSTITUTO COLOMBIANO DE PRODUCTORES DE CEMENTO, COMITÉ AMBIENTAL DE LA INDUSTRIA DEL CEMENTO. Edición 2003. 387 páginas.

- Caracterización del Área de Influencia:
 - Aspectos ambientales: observaciones realizadas en campo, realización de monitoreos de agua, sedimentos y comunidades hidrobiológicas (septiembre de 2009), revisión de información secundaria (IGAC, INGEOMINAS, datos climáticos del IDEAM) y análisis, interpretación y síntesis correspondientes.
 - Aspectos sociales: levantamiento de fichas veredales y recolección de información primaria, revisión de información secundaria y análisis, interpretación y síntesis correspondientes.
- Evaluación de Impactos: aplicación de una metodología del Banco Mundial, adaptada por Araújo Ibarra a la realidad de este Proyecto.
- Zonificación Ambiental y Zonificación de Manejo Ambiental: aplicación de una metodología desarrollada por ARAÚJO IBARRA, con base en las conclusiones de la caracterización de cada componente ambiental y social.
- Análisis de riesgos: evaluación del nivel de riesgo, mediante la aplicación de la metodología de la Norma NTC 5254².

Para el desarrollo del estudio, CEMCOLSA S.A.S. contrató a la firma Araújo Ibarra & Asociados S.A. – Unidad de Desarrollo Ambiental y Energético – para orientar la estrategia general de solicitud de Licencia Ambiental y desarrollar el Estudio de Impacto Ambiental, realizar los estudios específicos de línea base requeridos y el posterior seguimiento a los trámites de Licencia y Permisos ante las autoridades competentes.

El equipo de trabajo de esta Unidad contó con la dirección de **Gerardo Viña Vizcaíno**, gerente de la Unidad, biólogo especialista en gerencia de proyectos, y se conformó por los siguientes profesionales:

- **Alfredo Gil**, geólogo, quien coordinó el equipo de trabajo y estuvo a cargo de la actualización de la caracterización del Área de Influencia en sus aspectos geológicos, geomorfológicos, geotécnicos, sedimentológicos y de suelos. También fue el responsable de la elaboración de los planos anexados al Estudio de Impacto Ambiental.
- **Laure Fontaine**, ingeniera química especialista en ingeniería ambiental, quien estuvo a cargo de la integración y revisión del EIA, en particular de sus informes de monitoreo.

² INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (ICONTEC). Gestión del riesgo. Bogotá: ICONTEC, 1997. NTC 5254. Anexo E.

- **Martha Lucía Oeding**, abogada especialista en derecho del medio ambiente, quien estuvo a cargo de desarrollar el estudio jurídico.
- **María Isabel Escobar**, ingeniera civil, máster en Planeación y Desarrollo Regional y Urbano, con amplia experiencia en la identificación de impactos socio económicos y manejo de los mismos, generados por proyectos de desarrollo de infraestructura, quien estuvo a cargo del componente social de todo el estudio.
- **Fernando Díaz**, Ingeniero forestal, quien estuvo a cargo del inventario forestal y de la caracterización de la vegetación del Área de Influencia para el Estudio de Impacto Ambiental.
- **Richard Díaz**, ingeniero químico especialista en ingeniería ambiental, quien apoyó el equipo en la elaboración de la estrategia general de solicitud de Licencia Ambiental en sus etapas preliminares, en particular en la identificación de los requerimientos del Proyecto en materia de estudios, de acuerdo con las visitas de campo realizadas.
- **Natalia González**, ingeniera química, especialista en ingeniería ambiental y máster en gestión y tratamiento de residuos, quien apoyó el equipo como interventor de los monitoreos de calidad de aire y ruido ambiental.

Por su parte, los resultados de los monitoreos ambientales que se presentan en la línea base estuvieron a cargo de:

- Air Clean Systems-ACS: Laboratorio acreditado por el Ideam mediante Resolución N° 1090 del 8 de julio de 2009 de acuerdo a la Norma internacional ISO/IEC 17025:2005 el cual desarrolló el monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental. Dicho monitoreo contó con la supervisión de los ingenieros químicos Diego Mauricio Alea Poveda (Ingeniero de Proyectos) y Javier L. Vásquez S. (Director de Proyectos)
- Consultoría Ambiental Biodesa Ltda.: empresa encargada del desarrollo del monitoreo hidrobiológico en el Río Luisa, trabajos liderados por el Ingeniero Hermann Luna y la Bióloga María Angélica Pérez quien estuvo a cargo del muestreo de peces.
- Analquim Ltda: laboratorio acreditado por el IDEAM mediante Resolución de renovación y extensión de la acreditación No 0387 del 30 de marzo de 2009 el cual realizó los análisis fisicoquímicos de las muestras de agua y sedimentos.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi-IGAC: encargado del análisis de las muestras de suelo del predio del proyecto.

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 Localización

La planta productora de cemento quedará ubicada en el departamento de Tolima, en el municipio de San Luis, en el predio conocido como Puente Alegre No. 2 (área 13,24 hectáreas), de la vereda Caracolí, en límites con el municipio del Valle de San Juan, sobre la vía de orden secundario intermunicipal que conecta los municipios de San Luis y Valle de San Juan, en una zona franca con área encerrada de 12.120 Hectáreas. El punto de ingreso quedará localizado en las coordenadas X=887.510 y Y=960.296 (Foto 2-1).

La finca Puente Alegre No.2 limita por el Norte, el oriente y el sur con el predio Puente Alegre No. 1 de propiedad de Rocky Point S.A.S. y al occidente (Foto 2-2) con la vía antes citada en una longitud aproximada de 356 metros. (

Anexo 4)

Foto 2-1. Ingreso al predio



Foto 2-2. Vista del Río Luisa desde el costado occidental del predio



Fuente: Fotografías tomadas por Araújo Ibarra & Asociados S.A.

2.2 Descripción de las actividades

2.2.1 Instalaciones del proyecto

Para el adecuado funcionamiento de la planta, en el alcance de la obra civil, se diseñarán y construirán las instalaciones que se observan en la Tabla 2-1, con sus respectivas áreas. La planta cuenta con portería para control de acceso y salida de mercancías y materias primas, para la inspección de mercancías se tiene una zona de aproximadamente tres mil seiscientos metros cuadrados, se instalarán edificaciones con áreas para la DIAN, operador de logística, administración, técnicos, taller de mantenimiento, laboratorio, sub-estaciones, bodega de carbón, edificio de empaque, cafetería; para la recreación presenta cancha múltiple y kiosco social.

Tabla 2-1. Edificaciones Civiles

No.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (m ²)
1		Preliminares	
2	CV1	Portón	19.33
3	CV2	Zona de Inspección	3,623.68
4	CV3	Parqueadero Ofc. Administrativas	692.27
5	CV4	Ofc. Administrativas	408.42
6	CV5	Ofc. Operador de Logística	30.00
7	CV6	Ofc. DIAN	50.00
8	CV7	Cafetería	304.21

No.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (m ²)
9	CV8	Laboratorio	64.00
10	CV9	Ofc. Técnicas	254.22
11	CV10	Taller de Fabricaciones	583.98
12	CV11	Cancha Múltiple	350.00
13	CV12	Laguna 1,000,000 L	906.00
14	CV13	Tanque 200,000 L	100.00
15	CV14	Subestación Enfriador	120.00
16	CV15	Subestación Precalentador y CCM	545.80
17	CV16	Parqueadero Para Visitantes	281.89
18	CV17	Bodega Acopio de Carbón	242.62
19	CV18	Edificio Molienda de Carbón	92.60
20	CV19	Edificio de Empaque	158.20
21	CV20	Bodega de Empaque	400.00
22	CV21	Caseta Bascula	16.05
23		Vías	10,796.35
24		Muros de Contención	440 m3
25		Andenes en concreto	1,200.00
26		Sardinell	1800 ml
27		Empradización	9,300.00

Fuente: Cemcolsa

1. Obras preliminares

Antes de comenzar las obras civiles se requiere hacer algunas adecuaciones de carácter importante para el proyecto. En esta etapa se contempla la adecuación de zona para depósito de contenedores, los cuales se usarán provisionalmente como oficinas y almacén para guardar insumos, equipos y herramientas menores. Para la adecuación de la planta se requiere trasladar una tubería de conducción de agua potable, de diámetro 2" y 8". En la Figura 2-1 se muestra la ubicación actual (azul) y la futura (amarilla).

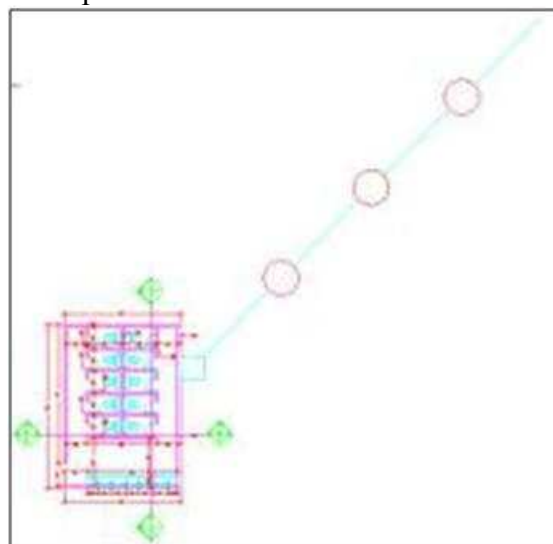
Figura 2-1. Ubicación tubería de agua potable a ser trasladada



Fuente: Cemcolsa

En esta etapa se debe dotar una batería sanitaria provisional para el personal de ejecución de obras, como se muestra en la Figura 2-2. La ubicación será adjunta al taller de fabricaciones.

Figura 2-2. Batería sanitaria provisional



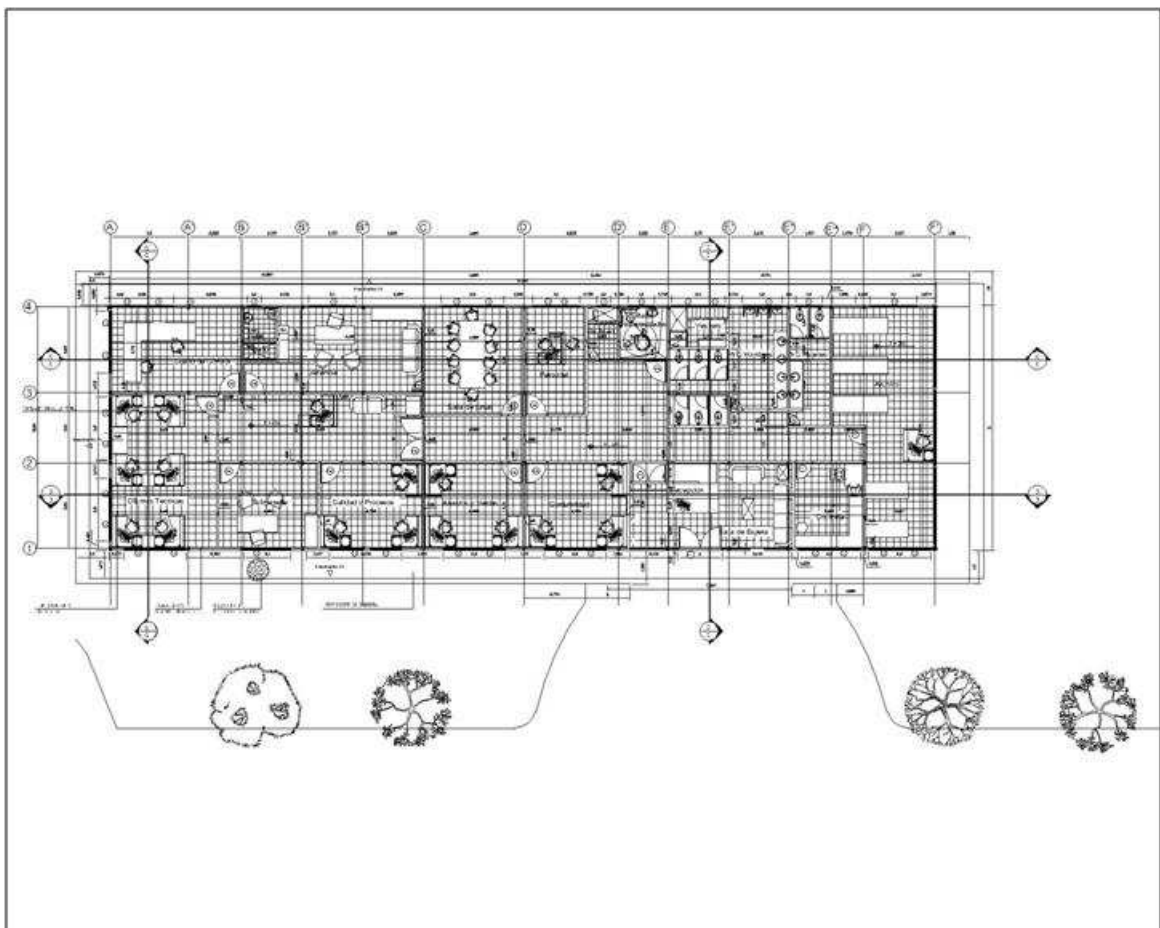
Fuente: Cemcolsa

- Oficinas administrativas.

El proyecto arquitectónico contempla la construcción de una edificación en sistema seco, con estructura metálica de apoyo, cubierta en teja eternit 1000. La edificación de un piso de altura contempla el aire acondicionado central. La cimentación es una placa apoyada sobre una viga “T” invertida. Las oficinas se entregarán con dotación de puestos de trabajo (Escritorio y silla). Se plantea instalación de veinte (20) puestos de trabajo, distribuidos en:

- Gerencia
- Sub Gerencia
- Oficina técnica
- Calidad procesos
- Abastos y ventas
- Personal (recursos humanos)
- Contabilidad
- Archivo

Figura 2-4. Oficinas Administrativas



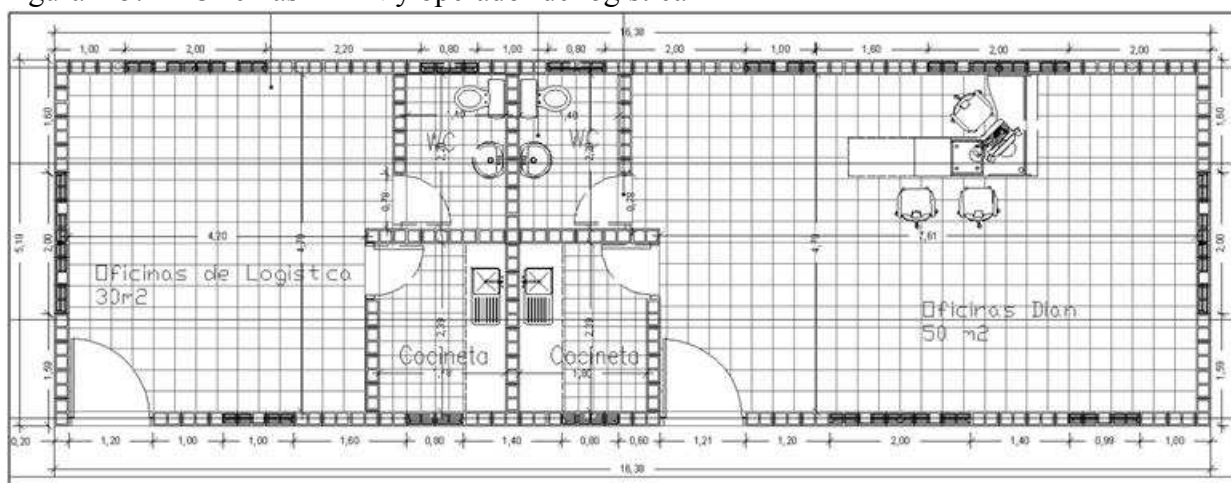
Fuente: Cemcolsa

Las instalaciones cuentan con acabados básicos: cielo raso, pintura sobre muros, enchape de piso, enchape de muros, en zona de sanitarios, aparatos sanitarios y aparatos eléctricos (toma corrientes, interruptores, lámparas, sistema de red regulada).

- Oficinas DIAN y operador de logística.

El proyecto arquitectónico contempla la construcción de una edificación en sistema seco, con estructura metálica de apoyo, cubierta en teja eternit 1000. La edificación de un piso de altura contempla el aire acondicionado central. Las oficinas se entregarán con dotación de puestos de trabajo (Escritorio y silla). La cimentación es una placa apoyada sobre una viga “T” invertida.

Figura 2-5. Oficinas DIAN y operador de logística



Fuente: Cemcolsa

- Cafetería.

El proyecto arquitectónico contempla la construcción de una edificación en sistema seco, con estructura metálica de apoyo, cubierta en teja eternit 1000. La Cafetería se entregará con la dotación de cocina preliminar descrita en la Tabla 2-2:

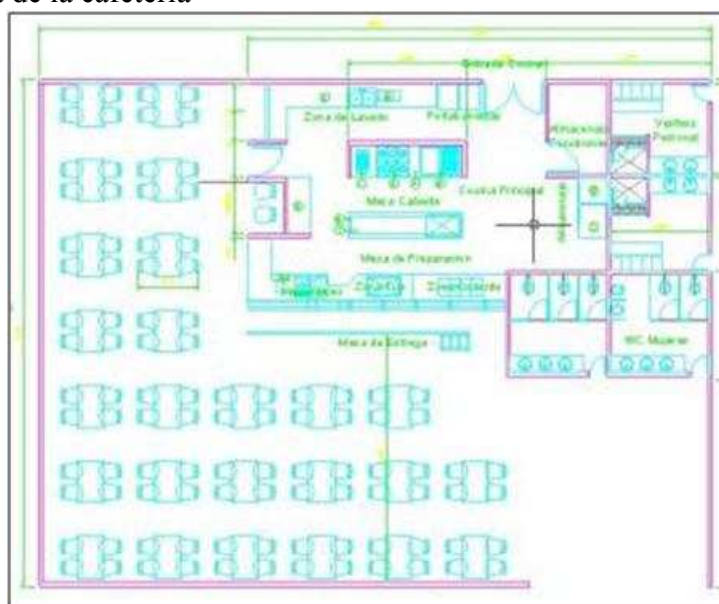
Tabla 2-2. Implementos de la Cafetería

ELEMENTOS	UNIDADES	NUMERO
Mesa (0,80x1,25)	und	25
Sillas plásticas	und	100
Mueble mixto: Plancha – Parilla	und	1
Freidor a Gas	und	1
Estufa Industrial de seis fogones	und	1
Campana Extractora. 3.30 m x 1.0 m	und	1
Mesón de Lavado. 3.40 x 0.70 m	und	1
Mesón en forma de L	und	1
Mesón Central. 3.40 x 0.70 m	und	1

ELEMENTOS	UNIDADES	NUMERO
Repisa doble a Mesón Central	und	1
Estantes de Cinco Niveles de 1.6 x 0.5 x 1.8	und	1
Trampa de grasa de 0.52 x 0.32	und	1
Nevera para Conservación de 0.70 x 0.8 x 2.0	und	2
Vitrinas	und	6
Lockers	und	20

Fuente: Cemcolsa

Figura 2-6. Planta de la cafetería

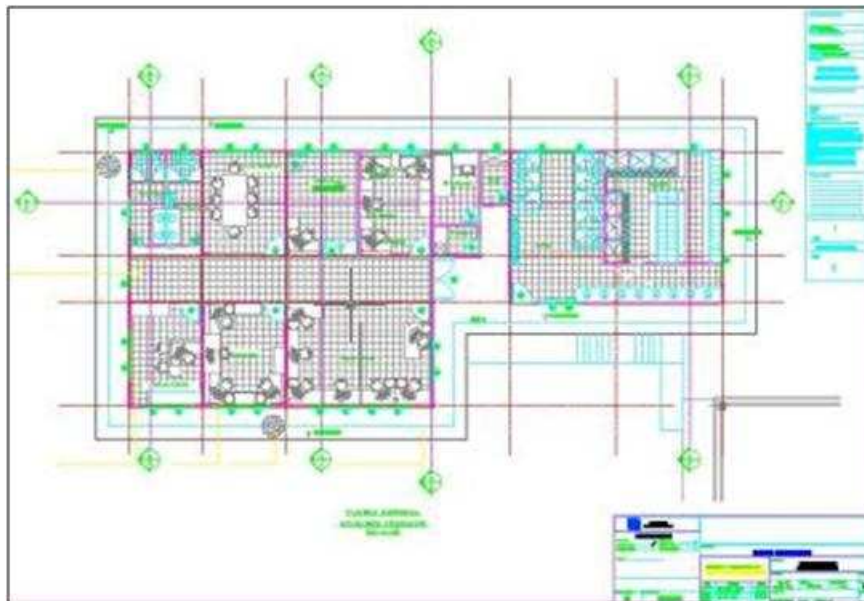


Fuente: Cemcolsa

- Oficinas técnicas.

El proyecto arquitectónico contempla la construcción de una edificación en sistema seco, con estructura metálica de apoyo, cubierta en teja eternit 1000. La cimentación es una placa apoyada sobre una viga "T" invertida. La edificación de un piso de altura contempla el aire acondicionado central. Las oficinas se entregarán con dotación de puestos de trabajo (Escritorio y silla). Las instalaciones cuentan con acabados básicos (Cielo raso, Pintura sobre muros, Enchape de piso, Enchape de muros, en zona de sanitarios, Aparatos sanitarios, Aparatos eléctricos (Toma corrientes, Interruptores, Lámparas y Sistema de red regulada).

Figura 2-7. Oficinas técnicas

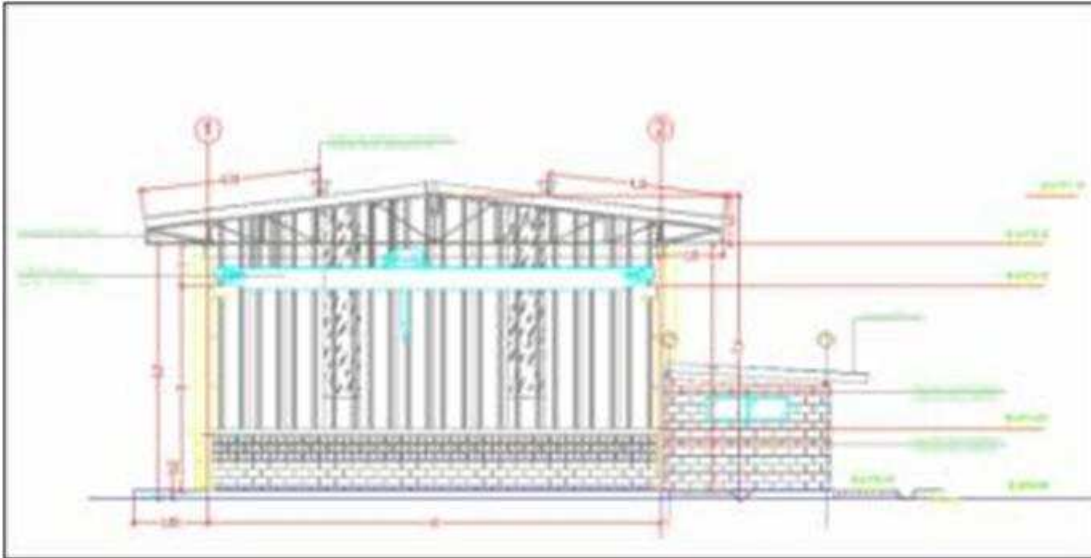


Fuente: Cemcolsa

Taller de fabricaciones.

El proyecto arquitectónico contempla la construcción de una edificación con luces libres; es decir no hay posibilidad de colocar columnas intermedias en el sentido transversal en la zona del taller. Además se contempla el uso de un (1) puente grúa con capacidad de diez (10) toneladas. Se considera cerchas y correas en estructura metálica (celosía en perfiles angulares) para la cubierta y pórticos de perfiles laminados resistentes a momento para la estructura soporte. Como cerramiento se plantea antepecho en mampostería de concreto y teja canaleta de eternit, combinada con translúcida. El taller se entregara con la iluminación e instalaciones eléctricas para su funcionamiento. En la construcción del taller se contempla una zona anexa, para Almacén de provisiones con su oficina y Sub estación eléctrica (cerramiento en malla del transformador).

Figura 2-8. Taller de Fabricaciones

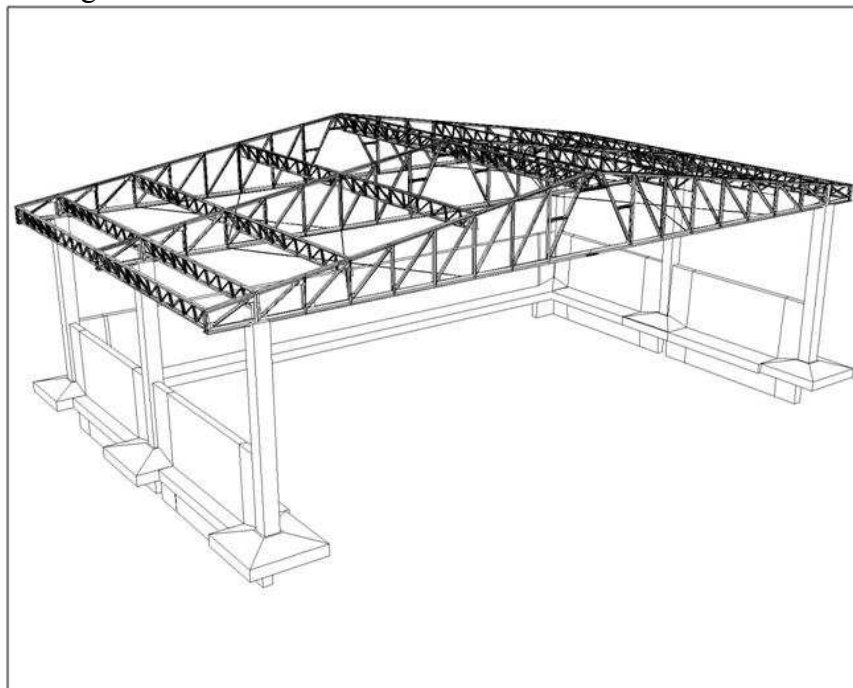


Fuente: Cemcolsa

Bodega carbón.

Para el almacenamiento de carbón en pila, se plantea construir una bodega con estructura metálica en la cual, la cubierta es de perlines en celosía y la teja es canaleta 90 de Eternit (Figura 2-9). El cerramiento para contención de carbón es un muro en concreto reforzado a 2.0 m de altura.

Figura 2-9. Bodega de carbón



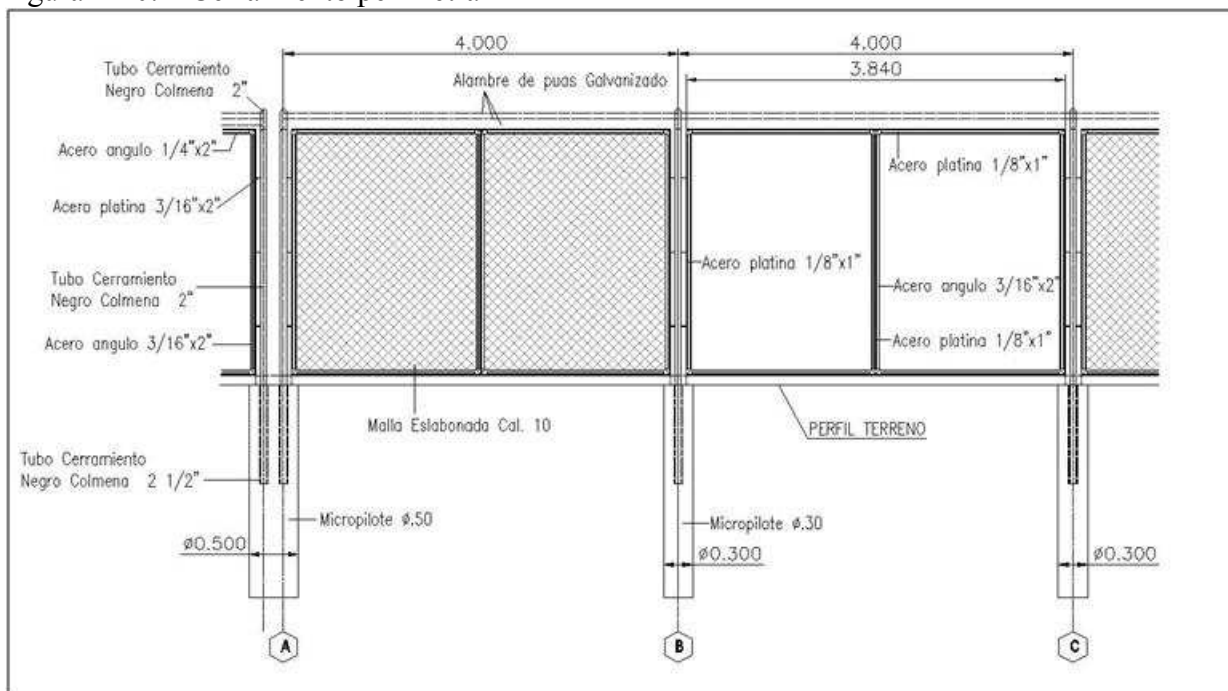
Fuente: Cemcolsa

Urbanismo

Como parte de acabado exterior de la planta se considera:

- *Cerramiento Perimetral.* Como cerramiento perimetral, en una extensión aproximada de 1500 ml, se contempla utilizar una malla eslabonada con soporte en tubería de aguas negras (Figura 2-10)
- *Andenes en concreto.* En el perímetro de las edificaciones se construirá Andenes en concreto de 1.50 m de ancho.
- *Empradización.* Los taludes donde se genere corte, se colocarán cespiones de pasto, o en su defecto se sembrará para césped para evitar la desestabilización del talud.
- *Muros de contención.* En las zonas donde el proyecto lo requiera, se construirán muros de contención, que pueden ser en Cantilever (Concreto reforzado) o Muros de Gravedad. (Concreto ciclópeo)
- *Portería:* Para control de acceso y salida de mercancías y materias primas, la planta cuenta con portería, la cual es una edificación en mampostería estructural, bloque de concreto con celdas reforzadas, la cubierta es una agua con teja Eternit 1000.

Figura 2-10. Cerramiento perimetral



Fuente: Cemcolsa

2.2.2 Suministro y despacho de materias primas y productos

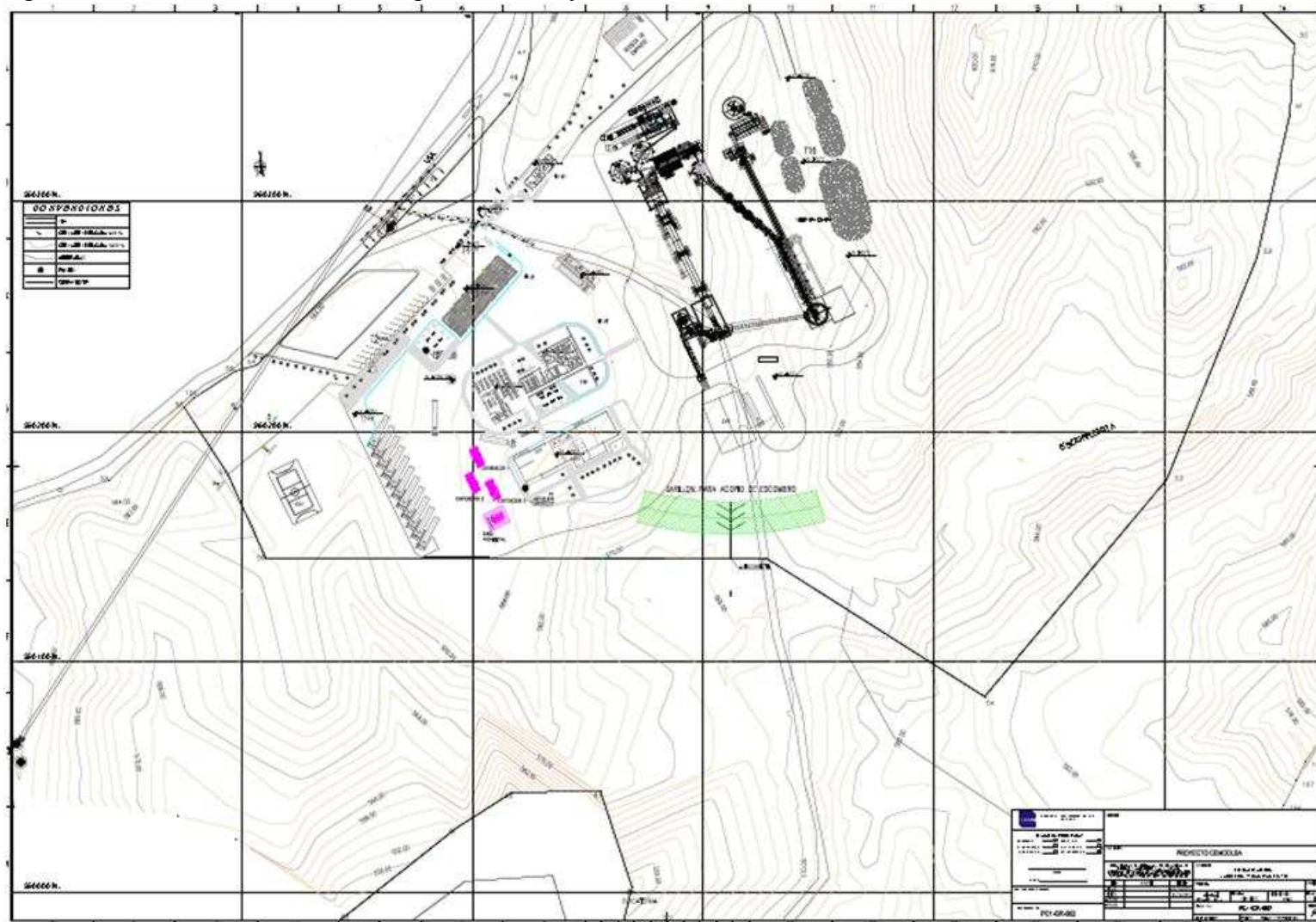
Las materias primas llegarán a la planta por la vía que viene del Valle de San Juan pasando por el Puente sobre Río La Luisa (La regulación municipal permite el paso a volquetas doble-troque (18 ton max.)

- 577,5 TPD Materias Primas
- 17,5 Toneladas / Volqueta
- 33 Viajes / día
- 11 horas / día de transporte Materias Primas
- Viajes / hora

El producto saldrá de la planta tomando la Vía que conduce de San Luis a Payandé pasando por el Puente sobre Río Combeima (La capacidad del puente es de 54 Toneladas)

- 500 TPD Cemento
- 32,0 Toneladas / Tractomula
- 16 Viajes / día
- 16 horas / día de transporte Cemento
- 1 Viajes / hora

Figura 2-11. Áreas de instalaciones provisionales y botadero de construcción



Fuente: Cemcolsa

Los volúmenes de materiales para construcción son los siguientes:

- o 4000 m³ Gravilla de río de ¾"
- o 4000 m³ arena
- o 2300 Ton de cemento
- o 300 Ton acero refuerzo

El lote ya está adecuado y no se requiere por lo tanto movimiento de tierras.

En el lote existe un antiguo balneario que será utilizado como oficinas administrativas. La vía del acceso al proyecto es la carretera de segundo orden que comunica los municipios de San Luis con el Valle de San Juan (Foto 2-3), cuya carpeta de asfalto se encuentra en condiciones aceptables para el tráfico.

Foto 2-3. Vía entre San Luis y el Valle de San Juan al costado occidental del predio



Fuente: Fotografía tomada por Araújo Ibarra & Asociados S.A.

2.2.3 Características técnicas de la planta de procesamiento

La planta de procesamiento para la producción de cemento está diseñada para producir 350 toneladas al día de clínker, 12.500 toneladas al mes de cemento: 75 % masa Clinker, 20% masa Caliza y 5% masa yeso. Área superficial específica aproximada del cemento 3200 ± 200 cm²/gr.

Inicialmente las materias primas para producción de crudo y cemento serán apiladas en patio confinado por un talud generado en el terreno y los otros dos extremos al descubierto, de forma que la rosa de vientos no produzca emisiones hacia otros sectores de la fábrica o a otros predios. De este patio las materias son transportadas por medio de un cargador a una única área del almacenamiento y dosificación (MT). Las materias primas ya sea para producción de cemento o crudo son transportadas por medio de una banda hasta un molino vertical de rodillos, en donde son molidas hasta alcanzar las finuras definidas (CT). Los productos de

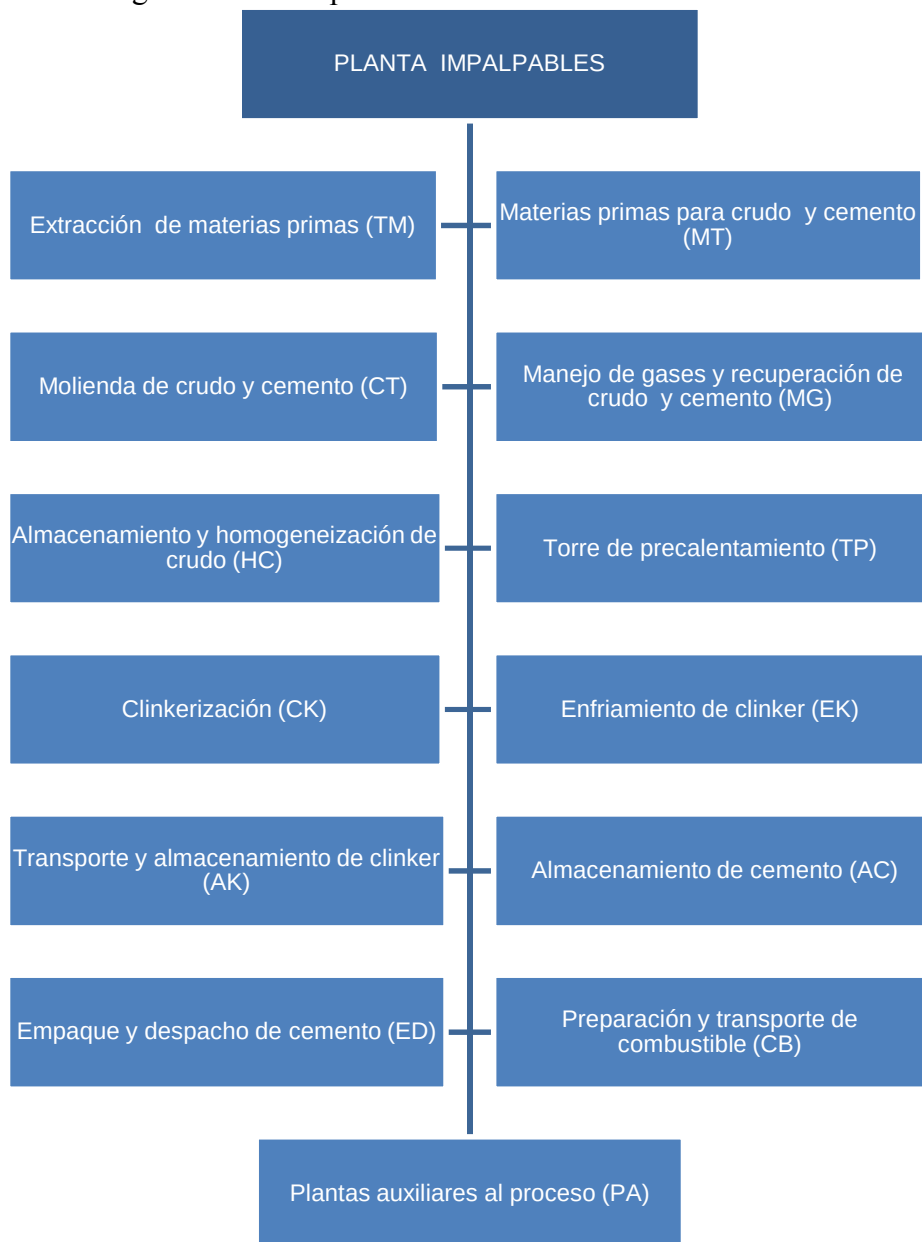
molienda son recolectados en un filtro de mangas (MG), del cual se reparten según corresponda a los silos de cemento (AC) o al silo de homogeneización de crudo (HC).

El crudo es enviado a un pre-calentador de 5 etapas (TP) y luego al horno (CK). En el horno rotatorio el material se descarbonata y sinteriza produciendo clinker. El clinker es enfriado rápidamente mediante una corriente de aire ambiente para congelar la estructura y composición obtenida durante el proceso de sinterización (EK). Luego de ser enfriado el clinker es almacenado en un silo o en patio (AK). El cemento es almacenado en un silo de 1900 T para empaque en bolsas de 1,5 toneladas y despacho a granel o desviado a un silo de 500 T si es para empaque en sacos de 50 Kg. (ED).

Los gases de proceso provenientes tanto del pre-calentador como del enfriador de clinker se utilizan para el secado y transporte en los sistemas de molienda, los sistemas de molienda son: el sistema para molienda de crudo y cemento (CT) y el sistema para molienda de carbón (CB).

El carbón se apila en un patio cubierto, separado de las materias primas. En carbón es inicialmente triturado y almacenado en un silo con capacidad de 50 m³. Desde este silo el material es dosificado al molino en donde es pulverizado y secado. El carbón pulverizado es recolectado en un filtro de mangas y posteriormente almacenado en un segundo silo. Finalmente el carbón es dosificado gravimétricamente al quemador del Horno (CB). La Figura 2-12 es el esquema básico de las áreas generales en las cuales se ha dividido la planta:

Figura 2-12. Áreas generales de la planta



Fuente: Cemcolsa

En el diseño inicial del proyecto se realiza teniendo en cuenta el impacto sobre el medio ambiente y la comunidad, tales como (i) Manejo de residuos sólidos y fuentes de polución, (ii) Generación de ruido, (iii) Emisión de gases, (iv) Manejo de agua, (v) Diseño de proceso, (vi) Transferencia de tecnología.

Manejo de residuos sólidos y fuentes de polución.

En este ítem se tienen en cuenta: (a) material refractario utilizado en el precalentador, el horno y el enfriador, (b) polvo de clinker, (c) polución generada durante el transporte de materias primas.

El material refractario instalado en el pre-calentador, horno y enfriador debe ser reparado y/o remplazado durante la vida útil de la planta. Los residuos sólidos derivados de este proceso, son triturados y molidos junto con el crudo de forma controlada.

El polvo de clinker es arrastrado por los gases de combustión generados en el horno. El polvo es separado del flujo de gases en el pre-calentador mediante ciclones (6 ciclones). Los ciclones poseen eficiencias de separación entre el 95 y el 60% dependiendo principalmente del tamaño de partículas. La eficiencia de separación del 60% corresponde a material particulado de tamaño menor a 5 μ m. La carga de partículas sólidas finas suspendidas en flujo de gases es retirada mediante un filtro de mangas. La eficiencia de separación del filtro de mangas es mayor al 99% y su capacidad de filtración no se ve anulada por cortes en el suministro de energía eléctrica, garantizando emisiones menores a 25 mg/m³ de gas. Por lo tanto no habrá emisiones de gas a las atmosfera sin previa filtración. El polvo recolectado se adiciona a crudo y al cemento.

Polución generada por el transporte de material con equipo móvil es controlada mediante la fabricación de sub-bases para patios de almacenamiento. La polución causada por las corrientes de viento es relevante solo en caso del carbón y el clinker, pues son los que están compuestos por una mayor cantidad de material fino. Por esta razón el carbón es almacenado en patio cerrado y el clinker en silo. La tercera fuente de polución es el transporte y la descarga de material por equipos fijos, como: bandas, elevadores, roscas y aerodeslizadores. El control de la polución causada por estas fuentes se realiza mediante la instalación de cubiertas y sistemas de filtración de aire con filtros de mangas.

Generación de ruido

Las principales fuentes de generación de ruido son los ventiladores y sopladores. Lo cual se soluciona básicamente mediante la instalación de ductos de descarga de longitud adecuada y silenciadores (Tabla 2-3). Los sistemas de molienda están equipados con molinos de rodillos verticales. En estos molinos la generación de ruido es considerablemente menor a la producida por los molinos de bolas, por lo tanto el cerramiento no es requerido. Las consideraciones antes mencionadas junto con la ubicación geográfica de la planta minimizan el impacto de la contaminación auditiva producida por la planta sobre la comunidad.

Tabla 2-3. Fuente de ruido del proyecto

<i>i</i>	Descripción	Cantidad	Coordenadas		Nivel			Potencia Sonora	Presión Sonora (SPL)	
			X	Y	m			PWL [dBA/un]	dBA/un (R ≤ 5 ft)	dBA/un (R > 5 ft)
1	Ventilador de Tiro Inducido del Horno	1	887573,265	960308,62 8	586	+/-	1	111	88	81
2	Ventilador de Tiro Inducido del Filtro de Mangas Principal	1	887576,166	960313,08 9	586	+/-	1	113	89	82
3	Ventilador de Gases de Exceso del Enfriador	1	887604,144	960240,41 4	576	+/-	1	106	83	76
4	Ventilador de Recirculación de Gases al Molino Vertical de Crudo/Cemento	1	887589,799	960323,78	586	+/-	1	110	88	81
5	Ventiladores de Aireación del Enfriador	4	887599,074	960250,37 7	576	+/-	1	-	-	45
6	Ventilador de Recirculación de gases al Molino Vertical de Carbón	1	887591,34	960243,83 8	576	+/-	1	106	83	76
7	Soplador de Lóbulos - Aireación Fondo Silos Crudo-Cemento	1	887568,954	960317,00 2	585	+/-	1	97	-	80
8	Molino Vertical de Crudo/Cemento (Sin material)	1	887599,037	960314,34 7	590	+/-	1	-	-	84
9	Trituradora de Carbón (Con material)	1	887599,17	960223,50 5	574	+/-	1	-	-	85
10	Molino Vertical de Carbón (Sin material)	1	887594,865	960243,52 9	577	+/-	1	-	-	90
11	Cargador de Alimentación Materias Primas y Carbón (Caterpillar 966H)	1	887664,436	960278,71 5	578	+/-	2	111	-	94

Fuente: Cemcolsa

Emisiones atmosféricas

Las plantas de cemento producen principalmente emisiones de: CO, CO₂, SO₂, NO_x. La generación de CO en los sistemas de producción de clinker tiene dos fuentes principales.

El CO se genera debido a un mezclado deficiente entre el aire combustión y el combustible. Por la tanto, constituye u problema tanto ambiental como tecnológico. La oxidación del carbón a CO en comparación con la oxidación a CO₂, libera solo el 53% de la energía. Por lo que representa en su generación un claro desperdicio de combustible. Para obtener un buen mezclado, se requiere instalar un quemador que genere movimiento en espiral tanto del combustible como del aire de combustión y expulse la mezcla con el momento adecuado.

El carbón orgánico de las materias primas es oxidado a CO a menos de 680°C en el pre-calentador. Debido a la baja temperatura no es posible oxidar el C a CO₂. La generación de CO₂ se debe a la combustión del carbón y a la des-carbonatación de la caliza.

Por su parte, las emisiones de SO₂ provienen exclusivamente del azufre orgánico y algunos compuestos de azufre con baja temperatura de evaporación, presente por lo general en el Carbón. El azufre del combustible y del los compuestos estables es atrapado por el crudo.

El 99% de las emisiones de NO_x son térmicas (formado a partir del N₂ en el aire), donde la reducción se logra disminuyendo la cantidad de aire de exceso y/o disminuyendo la temperatura de combustión. El aire de exceso se disminuye mediante el buen mezclado del aire de combustión con el combustible.

La energía requerida para formación del clinker es transferida desde la llama al crudo por radiación. La cantidad de energía transferida por radiación depende de la emisividad de la llama. Dentro de los combustibles comúnmente usados (carbón, gas natural, fuel oil), el carbón posee la llama con mayor emisividad y la menor temperatura adiabática de llama. Por lo tanto es el combustible con la capacidad de transmitir la energía necesaria, que se puede quemar a menor temperatura, disminuyendo drásticamente la generación de NO_x.

Otras emisiones. Dioxinas y furanos no son emitidos en esta operación ya que no se ha considerado la utilización de residuos plásticos como combustibles alternativos. La emisión de metales pesados en los gases de proceso es mínima, por debajo de los niveles medidos en la corteza terrestre. Esto se debe a que estos metales son atrapados en las diferentes fases del clinker.

Manejo de agua.

La planta tomará el agua, tanto para consumo humano como para consumo industrial del Río Luisa mediante una bocatoma lateral de fondo, con un caudal de 2 m³/h (Figura 2-14).

Figura 2-14. Balance hídrico

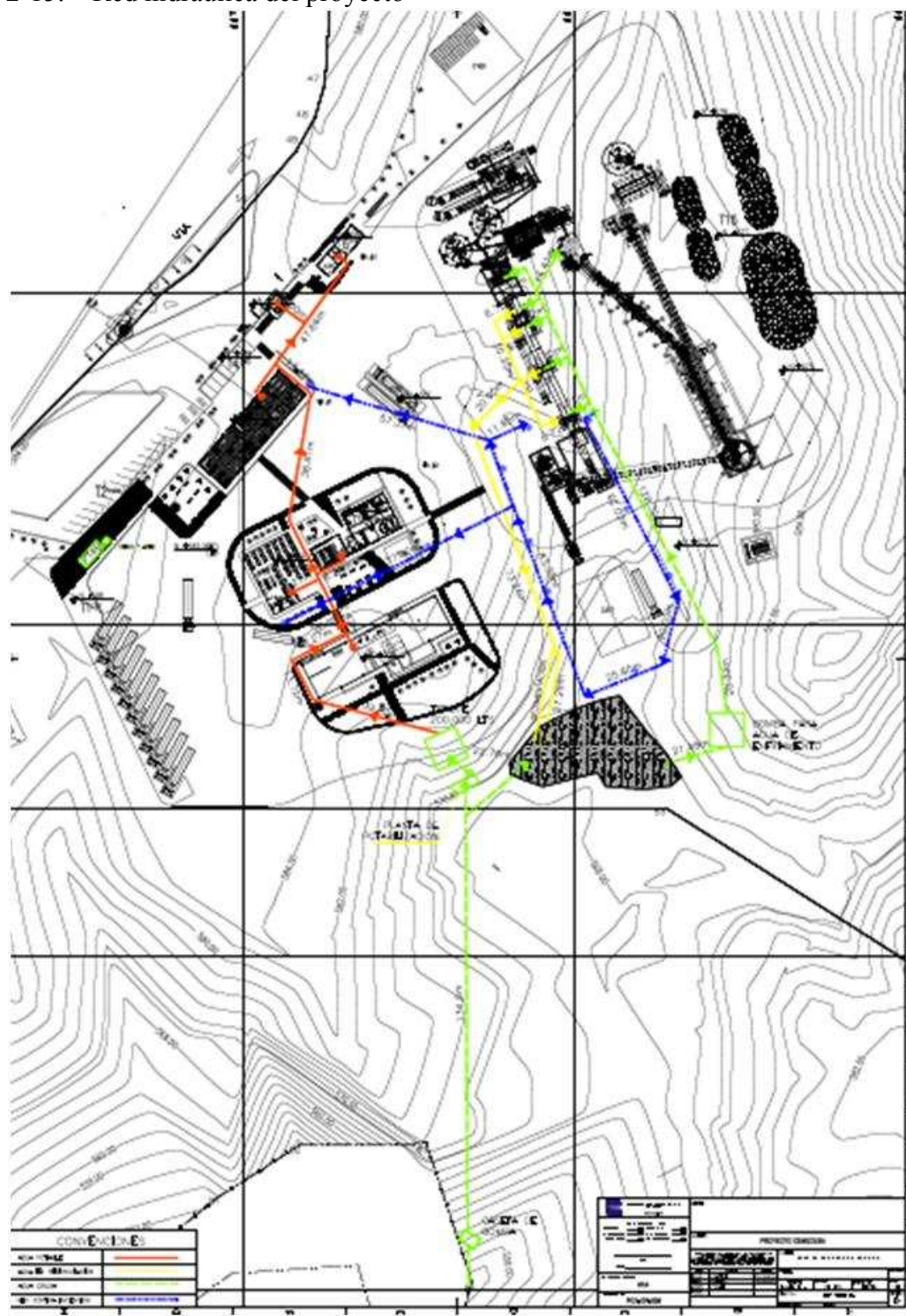
BALANCE HÍDRICO OBRA - PROYECTO CEMCOLSA	
CONSUMO HUMANO	1,00 m³/h
Cantidad de Personal (Diurno)	300 Personas
Consumo por Persona	80 L/día/Persona
Total Consumo Humano Obra	24.000 L/día
	1,00 m ³ /h
CONSUMO CONSTRUCCIÓN	0,15 m³/h
Cantidad Mezcla Concreto	5.567 m ³
Tiempo de ejecución	300 días
Producción de Concreto	19 m ³ /día
Cantidad de Agua por m ³	200 L/m ³ Concreto
Total Consumo Agua Mezcla Concreto	3.711 L/día
	0,15 m ³ /h
OTROS (Control polvo, limpieza, etc.)	0,05 m³/h
TOTAL CONSUMO AGUA CONSTRUCCIÓN CEMCOLSA	1,20 m³/h

BALANCE HÍDRICO OPERACIÓN - CEMCOLSA	
CONSUMO HUMANO	0,50 m³/h
Cantidad de Personal (Diurno y Nocturno)	150 Personas
Consumo por Persona	80 L/día/Persona
Total Consumo Humano - Operación Cemcolsa	12.000 L/día
	0,50 m ³ /h
CONSUMO INDUSTRIAL	1,50 m³/h
Reposición refrigeración Equipos	0,20 m ³ /h H ₂ O
Acondicionamiento de Gases Torre Precalentadora	1,05 m ³ /h H ₂ O
Acondicionamiento de Molienda Crudo/Cemento	0,25 m ³ /h H ₂ O
Cantidad de Agua por m ³	200 L/m ³ Concreto
Total Consumo Industrial - Operación Cemcolsa	36.000 L/día
	1,50 m ³ /h
OTROS (Control polvo, limpieza, riego, etc.)*	0,00 m³/h
TOTAL CONSUMO AGUA OPERACIÓN CEMCOLSA	2,00 m³/h

* Se utilizará agua tratada en la PTAR

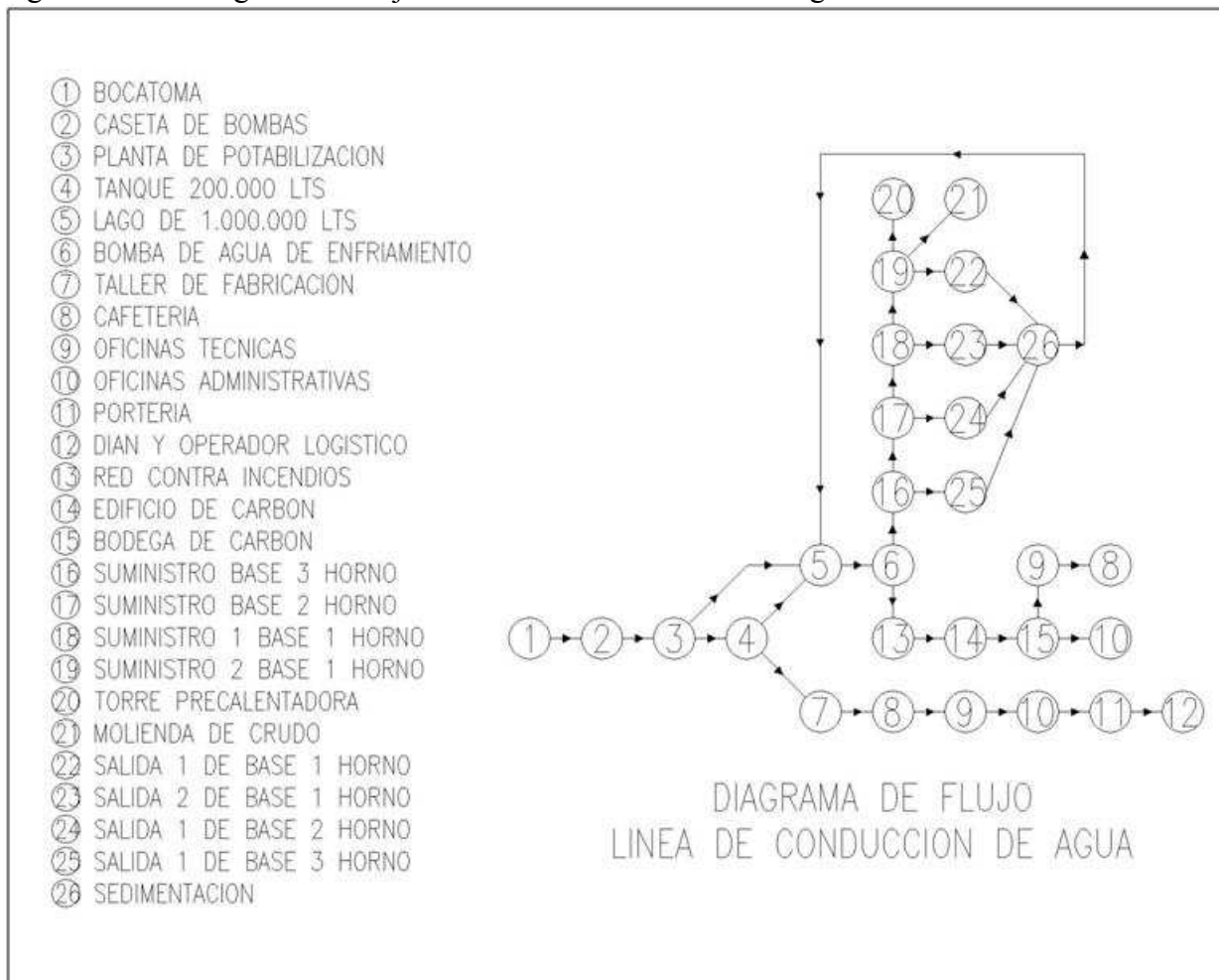
Fuente: Cemcolsa

Figura 2-15. Red hidráulica del proyecto



Fuente: Cemcolsa

Figura 2-16. Diagrama de flujo de la línea de conducción de agua



Fuente: Cemcolsa

Manejo de aguas lluvias

La planta cuenta con un sistema de manejo de aguas lluvias mediante cunetas, filtros, sumideros con desarenadores y tubería de concreto. El descargue del agua lluvia se hace al reservorio de 1000 metros cúbicos y los patios de materias primas son diseñados para minimizar el arrastre de las mismas.

Las aguas residuales generadas se van a tratar en un sistema construido para tal fin.

Enfriamiento del agua de refrigeración

El enfriamiento del agua de proceso se realiza en un lago artificial (reservorio a To de tamaño infinito), desde el cual se bombea para reutilización del agua.

2.2.4 Diseño de proceso

En el diseño propuesto, el clinker se manufactura en un horno con pre-calentador de 5 etapas.

A comparación los procesos de vía húmeda y seca sin pre-calentador, se puede afirmar lo siguiente:

- El consumo térmico de la planta por tonelada de clinker es por lo menos el 75% del consumo de un proceso de vía húmeda y el 90% del consumo de un proceso vía seca sin pre-calentador.
- La molturabilidad del clinker producido en horno con pre-calentador es mayor a la del clinker producido por cualquiera de los otros dos métodos. En el diseño propuesto la molienda de cemento (clinker) se realiza en un molino vertical de rodillos, este tipo de molienda consume el 65% de la energía requerida por un sistema tradicional de molienda equipado con molino de bolas.

Transferencia de tecnología.

Se han identificado cuatro formas de transferencia de tecnología:

- Comisionamiento de equipos importados,
- Capacitación del personal de la compañía en procesos de producción de cemento,
- Capacitación del personal que trabajará en el montaje de la planta,
- Capacitación del personal que operará la planta.

El comisionamiento se llevará a cabo por los proveedores de equipo, Geb. Pfeiffer de Alemania, PROMAC de India, PEG de Suiza, Redecam de Italia. Los empleados de IMSACOL relacionados con el proyecto serán enviados a ferias y conferencias para actualizar sus conocimientos en la producción de cemento y/o tomarán cursos técnicos en manufactura de cemento o en gerencia de proyectos según corresponda. Todo el personal empleado en el montaje de la planta será capacitado en aspectos técnicos y de seguridad industrial.

La compañía contará con un departamento de Formación y Capacitación de tal manera que el entrenamiento del personal de mantenimiento y operación se involucre desde la etapa de montaje, en un ambicioso programa de capacitación funcional basado en los requerimientos propios de la planta, de acuerdo a un pensum por especialidad, generando simultáneamente la documentación de la tecnología propia y a través de escritores y capacitadores que hacen parte de la misma organización, generando alta motivación y compromiso, apoyados por los expertos contratados para la operación y los enviados por las diferentes empresas proveedoras y/o diseñadoras de equipo. Este programa es continuo después de estar en operación la planta, a fin de optimizar la misma y permitir el desarrollo del personal de la planta.

Área de materias primas para crudo

Las materias primas llegan a la planta triturada desde las diferentes canteras. El manejo de materias primas para cemento/crudo inicia con el apilamiento. En la Figura 2-17 se muestran pilas de almacenamiento para caliza, puzolana, yeso, arcilla y mineral de hierro.

Figura 2-17. Área de materias primas



Fuente: Cemcolsa

El proceso de homogeneización se realiza por medio de equipo móvil. Esta es una opción viable cuando: (i) el frente a explotar es relativamente homogéneo, permitiendo operar dentro de los rangos reducidos de variación en la composición química del crudo y (ii) el tamaño de la planta es menor a 500 TPD de clinker. Las materias primas son transportadas por cargador y almacenadas en tolvas. Los materiales son dosificados por medio de bandas pesadoras.

En la Figura 2-17 se observan 7 tolvas para materias primas, enumerando de izquierda a derecha las tolvas son de igual capacidad de 60 T.

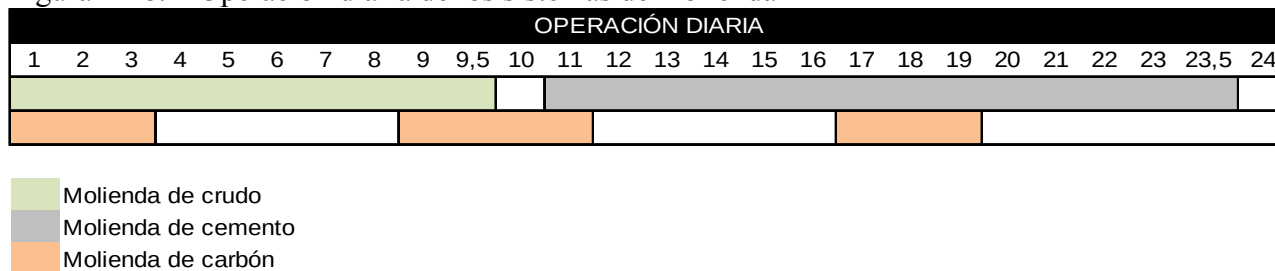
El área de materia primas cuenta con 2 filtros de mangas para despolvado, su ubicación se puede observar en la Figura 3. Adicionalmente en la banda de alimentación del molino de crudo se plantea la instalación de: (i) un detector de metales, (ii) un extractor de metales, ver Figura 3.

Área de molienda de cemento y crudo

La molienda de crudo y cemento se realiza en un molino vertical de rodillos de 900 kW., con capacidad para 40 TPH de cemento a 3200 cm²/gr. y 63 TPH de crudo a 12% R 10µm. El consumo específico para la molienda de crudo es de 14,3 Kwh./T mientras el de cemento es de 22,5 kWh./T. El molino se encuentra equipado con un clasificador interno. El transporte y secado del material a moler se realiza con los gases del proceso y del generador de gases. (Figura 2-19).

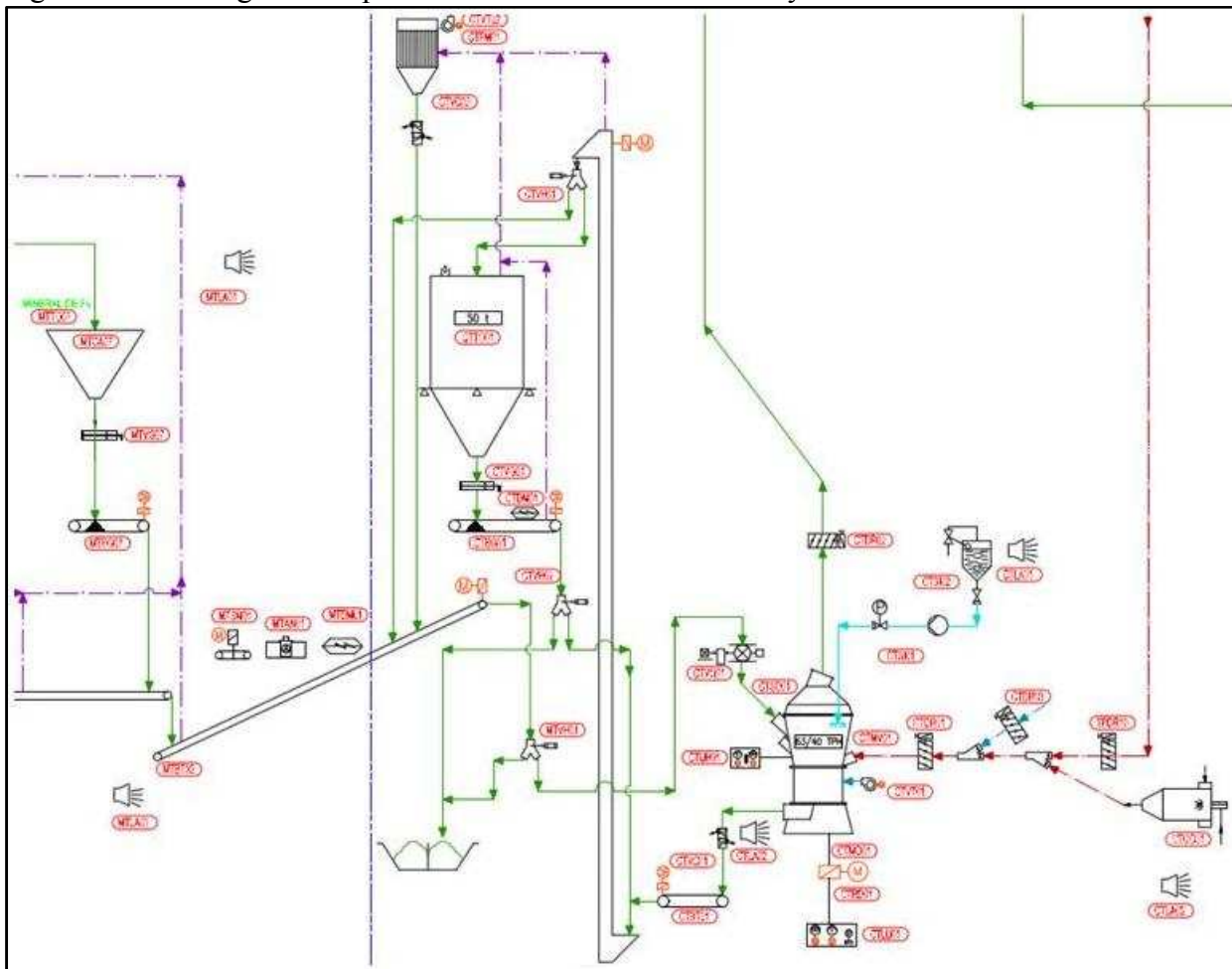
La Figura 2-18 es un esquema de la operación diaria de la planta, en el se pueden observar cuatro modos de operación: (i) molienda simultanea de crudo y carbón, (ii) molienda única de crudo, (iii) molienda simultanea de cemento y carbón y (iv) molienda única de cemento. El material de rechazo es re-alimentado al molino por medio de un elevador. Finalmente el crudo y el cemento son separados del flujo de gas mediante el filtro de mangas del área de manejo de gases y recuperación de productos de molienda.

Figura 2-18. Operación diaria de los sistemas de molienda



Fuente: Cemcolsa

Figura 2-19. Diagrama de proceso de molienda de cemento y crudo

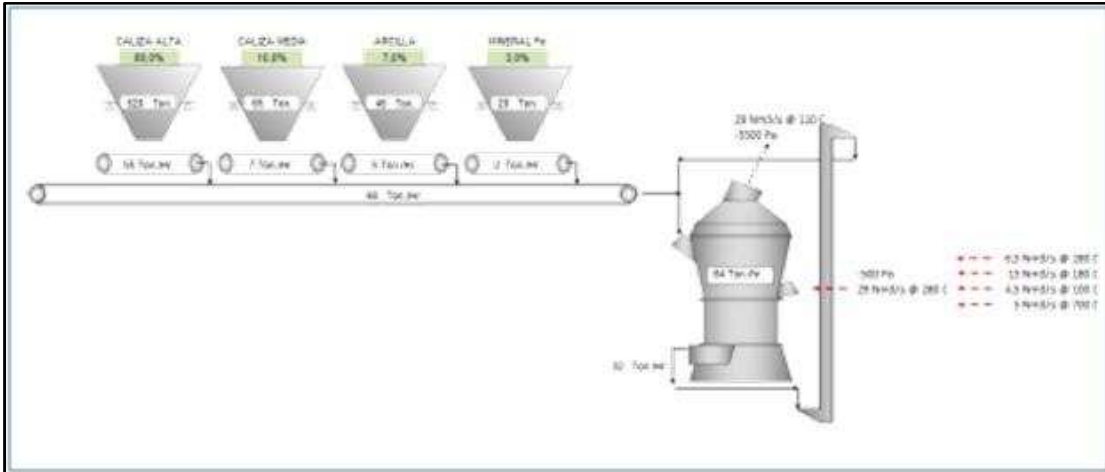


Fuente: Cemcolsa

2.2.5 Balance de masa: materias primas y molienda de cemento y crudo

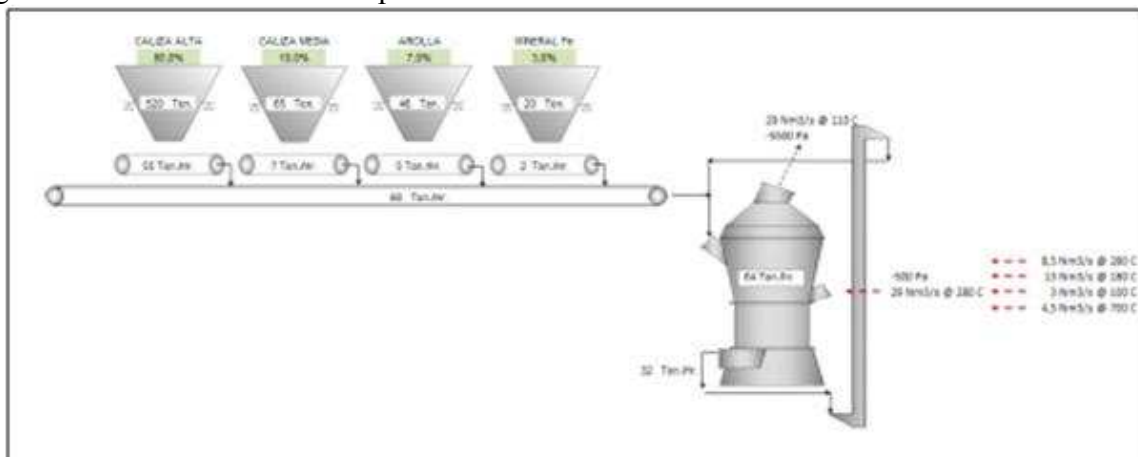
En la Figura 2-20, Figura 2-21, Figura 2-22 y Figura 2-23 se presentan los balances masa de forma grafica para los cuatro modos de operación mencionados. Para el balance de la molienda de crudo el porcentaje máximo de humedad a eliminar en las materias primas es igual a 7 % mientras que para el balance de la molienda de cemento este porcentaje es igual a 5%

Figura 2-20. Balance de masa para molienda de crudo y carbón



Fuente: Cemcolsa

Figura 2-21. Balance de masa para molienda única de crudo



Fuente: Cemcolsa

[illegible]

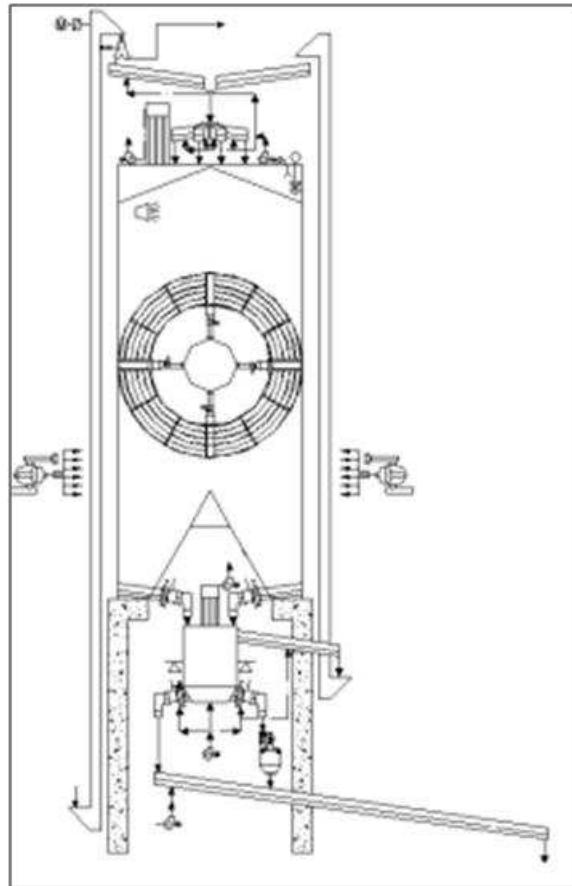
Almacenamiento y homogeneización de crudo.

El material que llega desde la molienda es depositado en un silo con capacidad de 1500 m³. Al igual que el silo de harina, este tiene su parte cónica inferior dividida en secciones fluidificadas equipadas con válvulas de control que descargan el material hacia la tolva intermedia. Esta tolva entrega el material por medio de un aerodeslizador hacia el área de la empacadora.

El almacenamiento de crudo se hará en silo con capacidad de 1.500 m³ (Figura 2-24), alimentado a través de múltiples entradas en el techo por un elevador de cangilones que

transporta el material recuperado desde el filtro de mangas y a la vez se puede utilizar como equipo de recirculación. La parte cónica inferior del silo está dividida en secciones fluidificadas equipadas con válvulas de control que descargan el material hacia la tolva intermedia. Esta tolva de fondo fluidificado cuenta con salida principal equipada con medidor de flujo, que dosifica la cantidad de material de alimentación a la torre a través del elevador de cangilones; la otra salida funciona como “by pass”.

Figura 2-24. Almacenamiento y homogenización de crudo

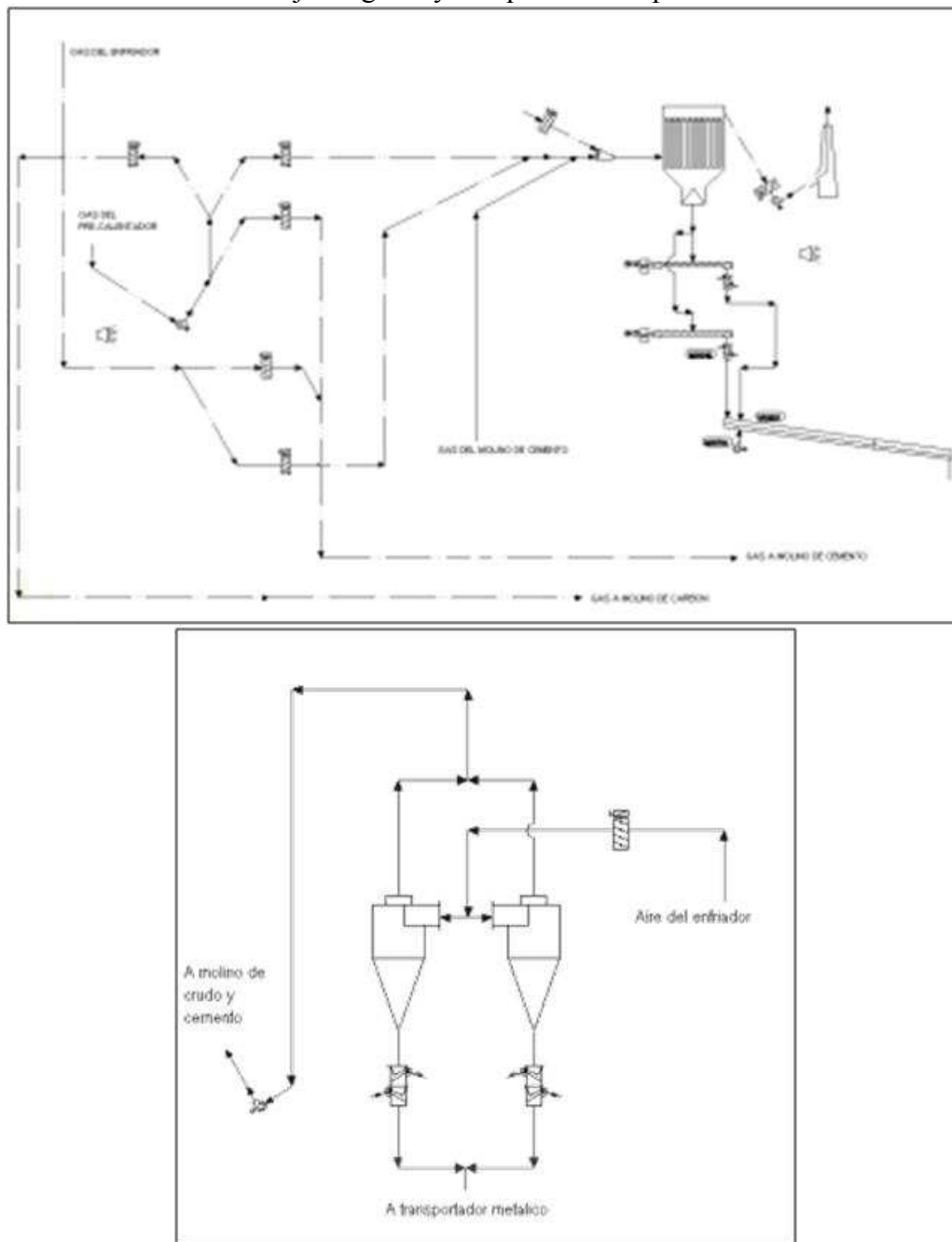


Fuente: Cemcolsa

Manejo de gases y recuperación de productos de molienda.

El manejo de gases y la recuperación de crudo o cemento, se realizará con filtro de mangas (Filtro del Molino Vertical-Horno-Enfriador) tipo “jet pulse”. Los cálculos son realizados de acuerdo con el volumen de aire que deben manejar con el fin de determinar el área filtrante requerida y el tamaño de manga adecuado para cada caso (Figura 2-25).

Figura 2-25. Sistema de manejo de gases y recuperación de productos de molienda



Fuente: Cemcolsa

La remoción del material particulado acumulado en las mangas se realiza mediante pulsos de aire en contra-corriente a alta presión. El material cae al fondo del filtro de donde es recuperado. El dimensionamiento del filtro y los ventiladores se realiza utilizando los flujos volumétricos determinados en el balance térmico de los molinos, el pre-calentador y el enfriador. El ventilador del filtro del horno/molino de crudo es seleccionado para una caída de

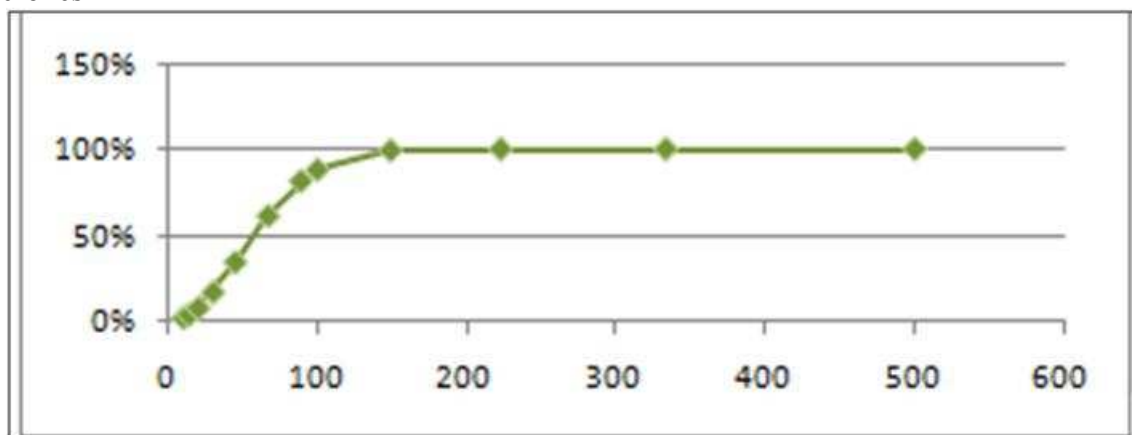
presión de 7500 Pa, un caudal de 108000 Nm³/h. En el caso del ventilador de tiro inducido del enfriador la caída es de 2500 Pa y el caudal es 48600 Nm³/h.

En la Figura 2-25 también se observa el ventilador de tiro inducido del horno, el máximo caudal que maneja es de 32400 Nm³/h y la caída de presión es de 5000 Pa. La determinación de la potencia instalada de los ventiladores se realiza con los datos mencionados, asumiendo un factor de servicio igual a 1.88.

Torre de pre-calentamiento

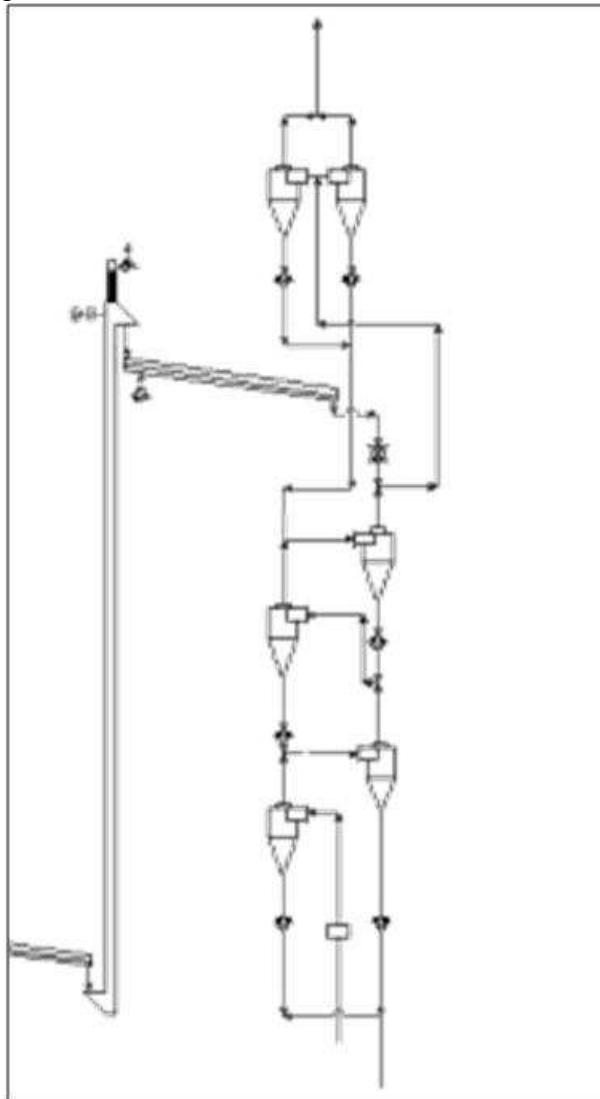
El pre-calentador se diseñó para una producción de 350 TPD de clinker. La temperatura de salida de la torre (280°C). Los ciclones son diseñados con una caída de presión entre 600-800 Pa y eficiencias entre 85-95%. Las válvulas de clapeta ubicadas en la descarga de sólidos de los ciclones, minimizan el ingreso de aire falso. Las cajas de dispersión disminuyen el nivel de aglomeración del crudo, aumentando el área efectiva de transferencia de calor. Esta distribución de tamaño fue utilizada para la determinación de eficiencia de los ciclones del pre-calentador.

Figura 2-26. Distribución acumulada de tamaño de crudo en función del tamaño medio en micrones



Fuente: Cemcolsa

Figura 2-27. Torre de precalentamiento

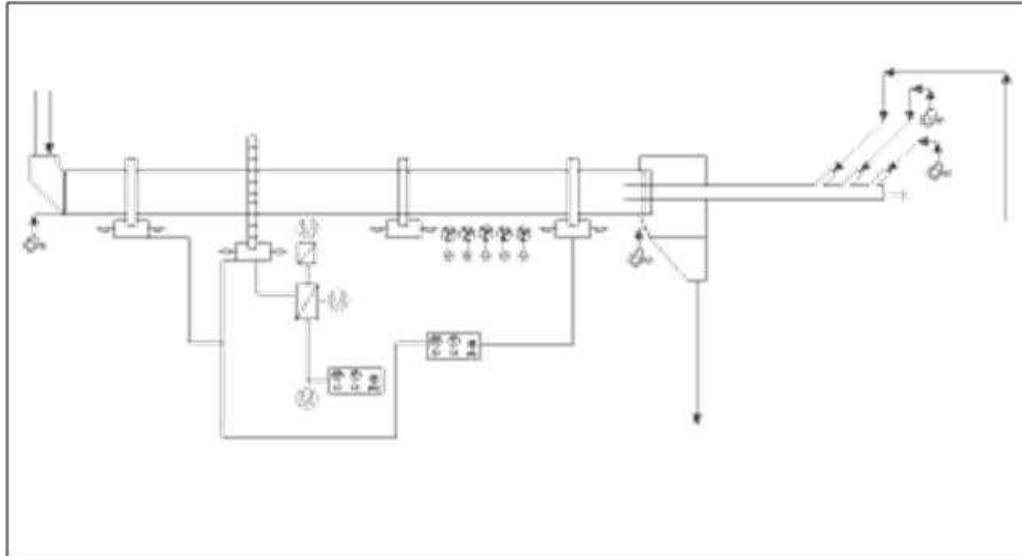


Fuente: Cemcolsa

Clinkerización

Para la producción de 350 Ton/día de clinker se utilizará un horno con 3 m de diámetro con 3 soportes y un precalentador. Como combustible principal, se utilizará carbón térmico, pulverizado en molino vertical transportado e inyectado neumáticamente al quemador del horno. En la Figura 2-28 se muestra el esquema del horno rotatorio para producción de clinker. La eventual sustitución del 50% del combustible con biomásas obtenibles en la zona es un factor, junto con las adiciones de desechos industriales como cementantes, que permite acceder a bonos MDL.

Figura 2-28. Clinkerización



Fuente: Cemcolsa

La carga térmica para el diseño presentado debe estar entre $10\text{-}20 \times 10^6 \text{ kJ/H/m}^2 \text{ día}$. El diseño del horno se realizó utilizando un factor de seguridad de 1.10, esto es análogo a asumir una producción de 375 TPD (Tabla 2-4).

Tabla 2-4. Capacidad esperada del horno

TIPO DE SISTEMA	CARGA VOLUMÉTRICA (TPD/m ³)	CARGA DE LA ZONA DE COCCIÓN (106 Kcal/Hr. / m ²)
Horno con torre precalentadora.	1.8 – 2.3	2.8 – 5.5
Horno con precalcinador sin ducto aire terciario.	1.8 – 2.5	2.8 – 6.0
Horno con precalcinador con ducto aire terciario.	3.6 – 5.0	2.4 – 4.8

Fuente: Cemcolsa

Enfriamiento de clinker

Se utilizará enfriador de parrillas de última generación (tipo ETA) que presenta las siguientes características:

- Diseño compacto.
- No requiere remover polvo de clinker; todo el material es descargado por la salida del enfriador.
- No registra desgaste de las parrillas al presentarse “autoprotección” por el material presente sobre las mismas.
- Longitud de carrera larga, baja velocidad de desplazamiento de parrillas.
- Longitud de carrera variable a lo largo del enfriador.
- No existen elementos móviles de transporte sobre la cama de material (menor desgaste – mantenimiento, no hay obstrucción del material, eficiencia constante).
- Diseño modular de fácil instalación.
- Distribución óptima del clinker sobre el ancho del enfriador.
- Bajo costo de operación.

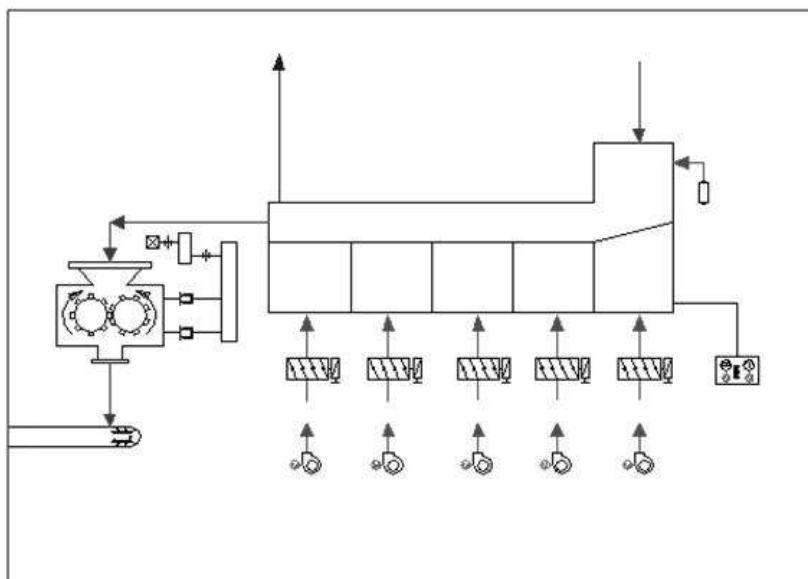
El clinker es enfriado por un enfriador de parrillas (Figura 2-29) El enfriador se seleccionó para una capacidad de 700 TPD de clinker, esto con el fin de aumentar la cantidad de gases disponibles para los sistemas de molienda.

El enfriador de parrillas presenta las siguientes características:

- Diseño modular y mínimo desgaste de las parrillas debido a la baja velocidad
- Formación una capa de material sobre las parrillas que reduce el desgaste.

La determinación de la potencia de los ventiladores se realizó en base al balance térmico.

Figura 2-29. Enfriamiento del clinker



Fuente: Cemcolsa

2.2.6 Balance térmico: torre de pre-calentamiento.

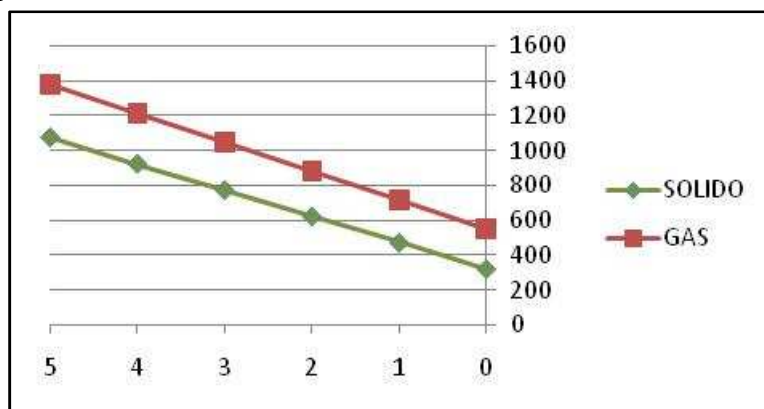
Las presiones son calculadas en base al diseño de los ciclones. Para la torre de precalentamiento los valores esperados se presentan en la Figura 2-30:

Figura 2-30. Presiones y temperaturas en la torre de precalentamiento

ETAPA	DESCRIPCIÓN	Und.	DESCRIPCIÓN	Und.	DESCRIPCIÓN	Und.			
1	TIN-SOLIDO-ET1	K	323	TOUT-GAS-ET1	K	553	POUT-GAS-ET1	Pa	96367
2	TOUT-SOLIDO-ET1	K	473	TIN-GAS-ET1	K	718	PIN-GAS-ET1	Pa	97953
3	TIN-SOLIDO-ET2	K	473	TOUT-GAS-ET2	K	718	POUT-GAS-ET2	Pa	97953
4	TOUT-SOLIDO-ET2	K	623	TIN-GAS-ET2	K	883	PIN-GAS-ET2	Pa	98532
5	TIN-SOLIDO-ET3	K	623	TOUT-GAS-ET3	K	883	POUT-GAS-ET3	Pa	98532
6	TOUT-SOLIDO-ET3	K	773	TIN-GAS-ET3	K	1048	PIN-GAS-ET3	Pa	99282
7	TIN-SOLIDO-ET4	K	773	TOUT-GAS-ET4	K	1048	POUT-GAS-ET4	Pa	99282
8	TOUT-SOLIDO-ET4	K	923	TIN-GAS-ET4	K	1213	PIN-GAS-ET4	Pa	99925
9	TIN-SOLIDO-ET5	K	923	TOUT-GAS-ET5	K	1213	POUT-GAS-ET5	Pa	99925
10	TOUT-SOLIDO-ET5	K	1073	TIN-GAS-ET5	K	1378	PIN-GAS-ET5	Pa	100487
	TIN-SOLIDO-HORNO	K	1073	TOUT-GAS-HORNO	K	1378	POUT-GAS-HORNO	Pa	100487
	TOUT-SOLIDO-HORNO	K	1673	TIN-GAS-HORNO	K	1508	PIN-GAS-HORNO	Pa	100500
	TIN-SOLIDO-ENFRIADOR	K	1673	TOUT-GAS-ENFRIADOR	K	1223	POUT-GAS-ENFRIADOR	Pa	100500
	TOUT-SOLIDO-ENFRIADOR	K	333	TOUT-GAS-ENFRIADOR	K	453	POUT-GAS-ENFRIADOR	Pa	100500
				TIN-GAS-ENFRIADOR	K	308	PIN-GAS-ENFRIADOR	Pa	109000

Fuente: Cemcolsa

Figura 2-31. Temperatura en K para el material sólido y los gases en cada una de las etapas del precalentador



Fuente: Cemcolsa

Los datos presentados en la Figura 2-32 están basados en una producción de 350 TPD de clinker. La cantidad específica de gases a la salida de la torre es de $2 \text{ Nm}^3/\text{Kg}$ de clinker. La cantidad de aire específico de enfriamiento requerida es de $3,9 \text{ Nm}^3 / \text{Kg}$. de clinker (enfriador con capacidad para 700 TPD de clinker). En la Figura 2-33 se presenta el flujo de gases a condiciones actuales y las temperaturas de proceso de forma grafica.

Figura 2-32. Consumo de combustible

CONSUMO DE COMBUSTIBLE			
LHV-SC	Valor calorífico sin ceniza	kJ/kg comb	29710
LHV-CC	Valor calorífico con ceniza	kJ/kg comb	23768
LHV-SC	Valor calorífico sin ceniza	kcal/kg comb	7101
LHV-CC	Valor calorífico con ceniza	kcal/kg comb	5680
nO ₂	Moles de O ₂ requeridas por mol de combustible	mol O ₂ /mol Comb	0,7
nO ₂ -kg	Moles de O ₂ requeridas por kg de combustible	mol O ₂ /kg Comb	0,1
M-aire	Masa molecular del aire	kg/kmol	28,8
%O ₂	Fracción de O ₂ en el aire		0,2
M-estq	Masa de aire estequiométrica	kg Aire/kg Comb	8,4
aire @ To, Po	Densidad del aire a condiciones estándar	kg/m ³	1,2
V-estq	Volumen de aire estequiométrico	Nm ³ /kg Comb	7,1
A	Aire de exceso requerido para la combustión (10% A.F.)		0,1
V-Comb	Volumen de aire de combustión	Nm ³ /kg Comb	7,5
C	Consumo energético de clinkerización*	kJ/kg Clinker	3770
C-C	Consumo energético de clinkerización para diseño	kJ/kg Clinker	4147
Mc	Masa de combustible requerido para clinkerización	kg Comb/kg Clinker	0,2
Vc	Volumen específico aire de combustión	Nm ³ /kg Clinker	1,4
		Nm ³ /s	6,2

Fuente: Cemcolsa

Figura 2-33. Flujo de gases en sistema de producción de clinker

FLUJOS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CLINKER			
Vp-horno	Volumen específico aire primario entrando al horno	Nm ³ /kg Clinker	0,5
		Nm ³ /s	2,3
Vp-calcinador	Volumen específico aire primario entrando al calcinador	Nm ³ /kg Clinker	0,0
		Nm ³ /s	0,0
Vs	Volumen específico aire secundario	Nm ³ /kg Clinker	0,4
		Nm ³ /s	1,8
Vt	Volumen específico aire terciario (va por el horno)	Nm ³ /kg Clinker	0,5
		Nm ³ /s	2,2
Vef	Volumen específico aire de exceso del enfriador	Nm ³ /kg Clinker	3,0
		Nm ³ /s	13,1
Vac	Volumen específico aire de acond. Combustible (DH ₂ O=15%)	Nm ³ /kg Clinker	1,6
		Nm ³ /s	7,0
Ve	Volumen específico aire de enfriamiento	Nm ³ /kg Clinker	3,9
		Nm ³ /s	17,1
Vh	Volumen específico de gas saliendo del horno	Nm ³ /kg Clinker	1,8
		Nm ³ /s	7,9
Vgh	Volumen específico gas generado en el horno	Nm ³ /kg Clinker	0,4
		Nm ³ /s	1,6
Vp	Volumen específico gas saliendo del pre-calcinador	Nm ³ /kg Clinker	1,8
		Nm ³ /s	7,9
Vgp	Volumen específico gas generado en el pre-calcinador	Nm ³ /kg Clinker	0,0
		Nm ³ /s	0,0
Vs	Volumen específico de gas saliendo del precalentador	Nm ³ /kg Clinker	2,0
		Nm ³ /s	8,6

Fuente: Cemcolsa

Figura 2-34. Flujo de gases en sistema de producción de clinker

Símbolo	Descripción	Und.	
m-in-air	flujo másico de aire entrando	kg/s	14,3
r	densidad del aire @ t-in-air	kg/m ³	1,2
v-in-air	flujo volumetrico a condiciones normales	Nm ³ /s	11,9
AF	Factor de aire falso		1,1
v-in-air	flujo volumetrico a condiciones normales	Nm ³ /s	13,1
v-out-airH	Flujo volumetrico a condiciones normales	Nm ³ /s	3,9
		Nm ³ /kg clk	0,9
v-out-airC	Flujo volumetrico a condiciones normales	Nm ³ /s	13,1
		Nm ³ /kg clk	3,0
%AS	porcentaje aire secundario		45%
%AT	porcentaje aire terciario		55%
v-AS	flujo volumetrico aire secundario	Nm ³ /s	1,8
		Nm ³ /kg clk	0,4
v-AT	flujo volumetrico aire terciario	Nm ³ /s	2,2
		Nm ³ /kg clk	0,5

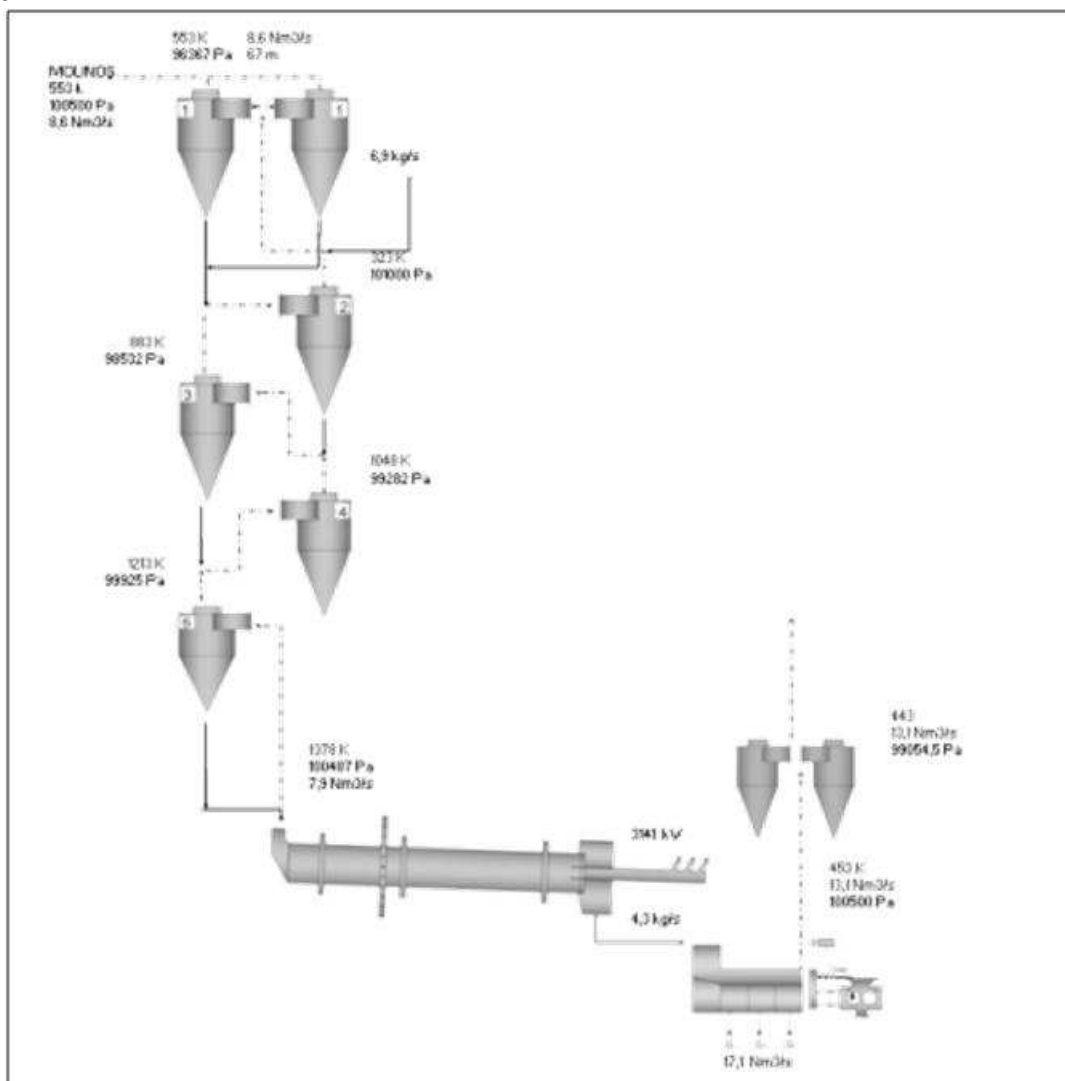
Fuente: Cemcolsa

Figura 2-35. Flujo de gases en sistema de producción de clinker

CE	Carga permitida del enfriador	T/d/m ²	40							
P	Producción de clinker	T/d	700							
AP	Área de parrillas requerida	m ²	18,75							
MHE	Modulo de descarga del horno		Pa	11000	m ²		% aire	0,16	Nm ³ /s	2,72
M1	Modulo 1 (% Area)	13%	Pa	10000	m ²	2,438	% aire	0,18	Nm ³ /s	3,06
M2	Modulo 2	29%	Pa	10000	m ²	5,438	% aire	0,22	Nm ³ /s	3,74
M3	Modulo 3	29%	Pa	7500	m ²	5,438	% aire	0,22	Nm ³ /s	3,74
M4	Modulo 4	29%	Pa	5500	m ²	5,438	% aire	0,22	Nm ³ /s	3,74

Fuente: Cemcolsa

Figura 2-36. Flujo de gases torres de precalentamiento, clinkerización y enfriamiento de clinker



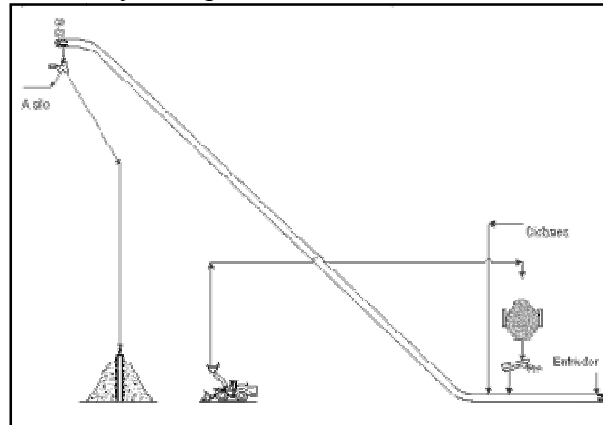
Fuente: Cemcolsa

Almacenamiento y transporte de clinker.

Se plantea realizar el transporte de clinker por medio de un transportador metálico tipo cajaláminas, el cual reciba el clinker de la trituradora de descarga del enfriador y lo entregue a una válvula de dos vías. Esta válvula puede enviarlo al silo de clinker fuera de especificación a través de un transportador metálico o a una criba que clasifique los finos hacia un silo (50 toneladas para control de emisiones) y el grueso lo envíe a una columna que forma la pila en un patio descubierto. La extracción del material desde cualquiera de los dos silos (fuera de especificación y finos) debe realizarse por medio de camiones. El clinker es transportado desde este patio hacia el sitio de materias primas para cemento (parte inferior de la planta) por medio de volquetas y de allí a las tolvas que alimentan los silos de molienda de cemento por

medio de cargador. Cuando se desee almacenar el clinker apilado, se deposita directamente al transportador metálico, por medio de la tolva y el alimentador vibratorio, que se muestran en la Figura 2-37 siguiente:

Figura 2-37. Almacenamiento y transporte de clinker

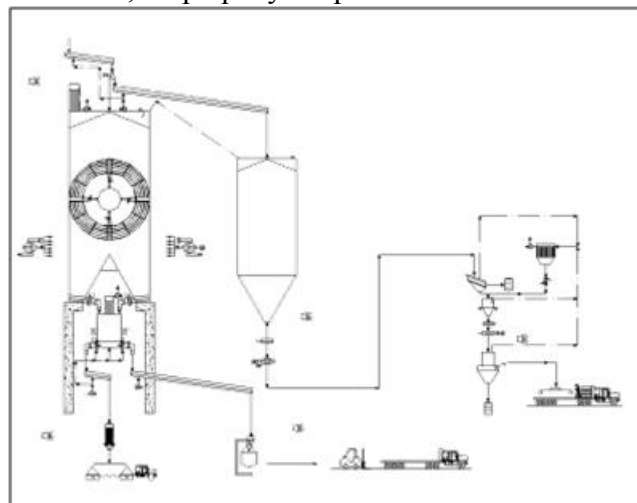


Fuente: Cemcolsa

Área de almacenamiento de cemento

El cemento se almacena en 2 silos de 1500 y 400 m³ (Figura 2-38). El silo de 1500 al igual que el silo de crudo tiene la parte cilíndrica en acero y la parte cónica en concreto.

Figura 2-38. Almacenamiento, empaque y despacho de cemento



Fuente: Cemcolsa

Área de empaque y despacho de cemento

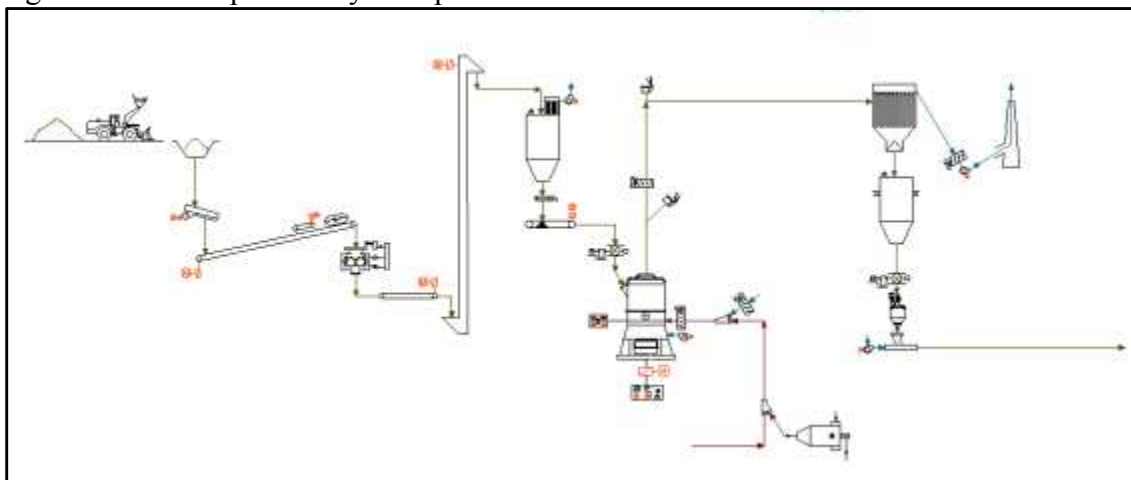
En el área de empaque y despacho se plantea la ubicación de una empacadora rotatoria de 6 boquillas con una capacidad de 60 t/hora (Para sacos de 50 Kg). El cargue inicialmente se puede hacer de forma manual a los camiones, después de ser transportados por el tren de bandas desde la empacadora. El esquema está concebido para empacar en sacos de 50 Kg. el 20% de la producción, empacar en bolsas de 1,5 T el 40% y despachar a granel el restante 40% de la producción.

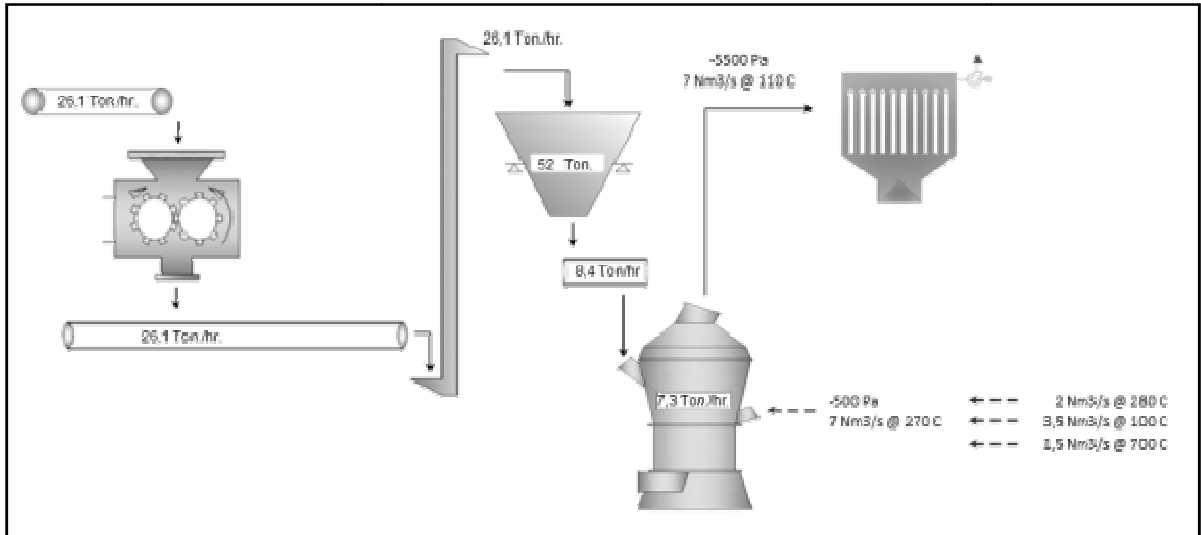
Área de acondicionamiento de combustible

En la Figura 2-39 se presenta el sistema de preparación de combustible. Luego de ser triturado, el carbón es almacenado en un silo de 50 m³ y es dosificado mediante una banda un molino vertical de rodillos. El carbón pulverizado es recolectado en el filtro de mangas y almacenado en un silo soportado sobre celdas de carga.

Un dosificador de masa alimenta gravimétricamente el material al sistema de transporte neumático. 100% del carbón pulverizado es transportado al quemador del horno. En la Figura 18 se presenta el balance de masa para el área de acondicionamiento de combustible. El molino, el ducto, el filtro de recuperación y el silo de carbón pulverizado, están equipados con un sistema de inyección de CO₂. Este, es un sistema de emergencia ya que los gases utilizados provienen del pre-calentador se consideran inertes, i.e. el contenido de oxígeno es menor al 6%.

Figura 2-39. Preparación y transporte de combustible



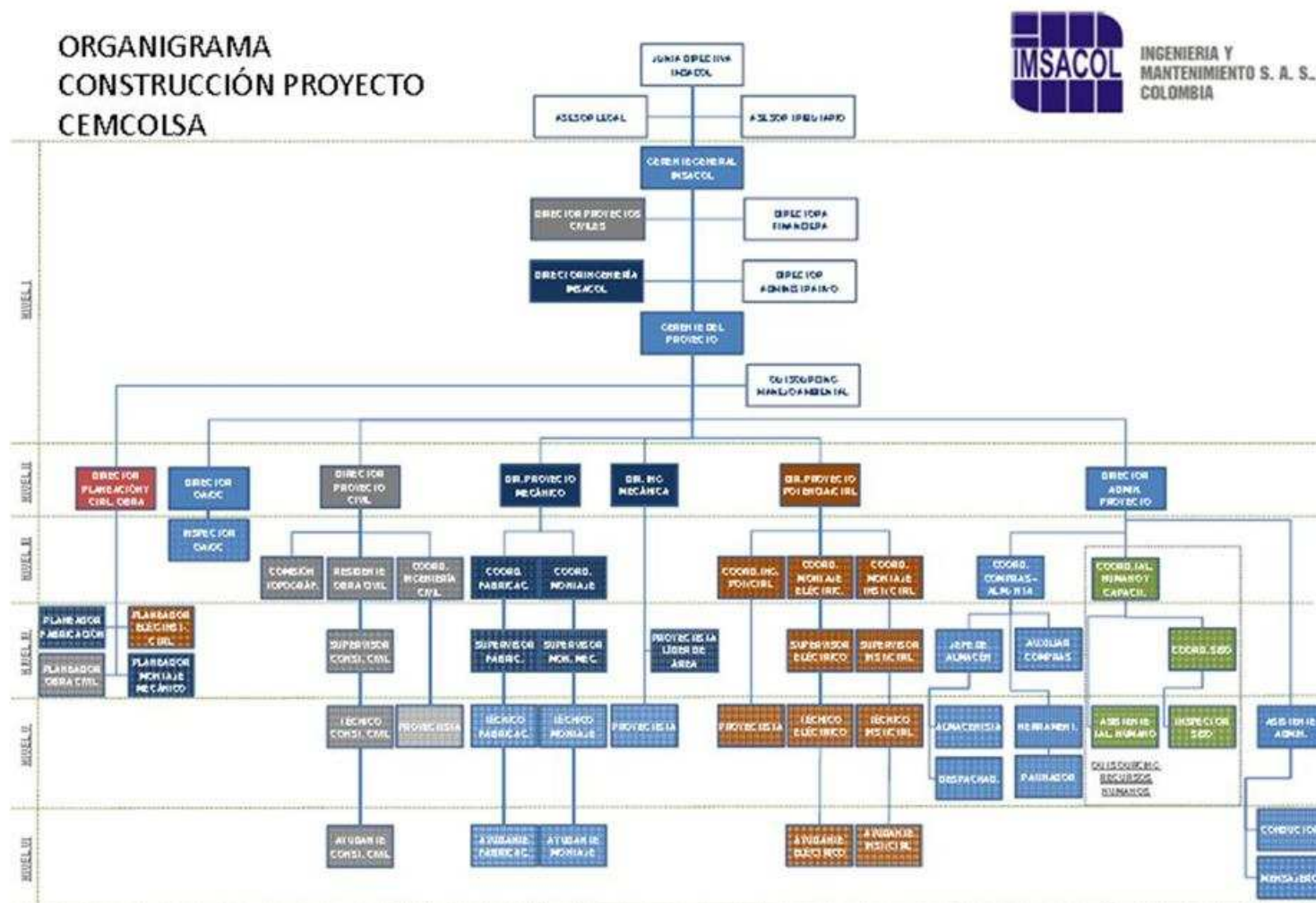


Fuente: Cemcolsa

Organización del Proyecto

En el organigrama presentado en la Figura 2-40, se observa la estructura gerencial establecida para el proyecto.

Figura 2-40. Organigrama del proyecto

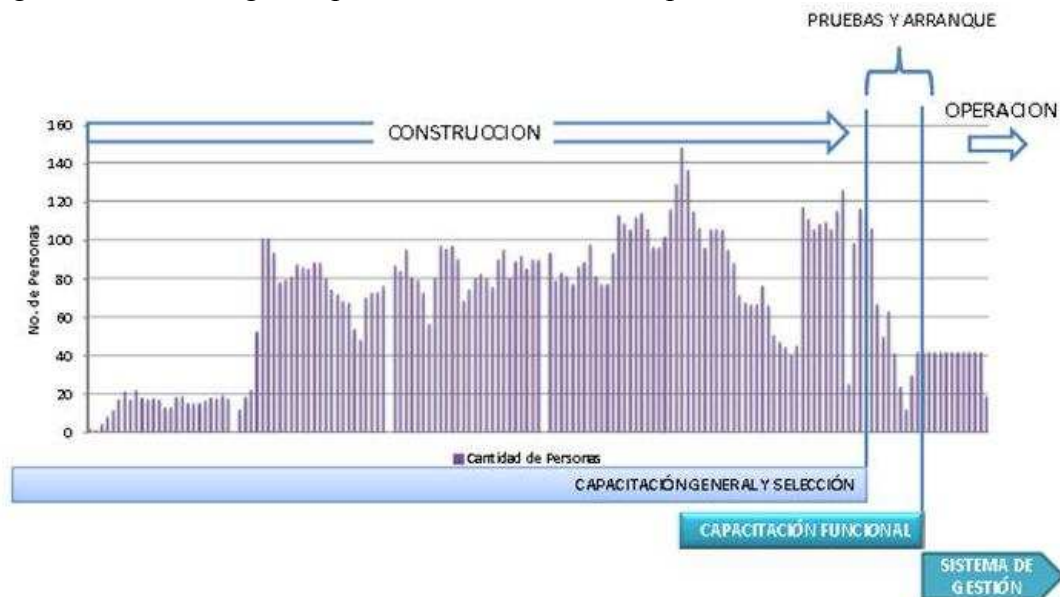


Fuente: Cemcolsa

Personal requerido

En la Figura 2-41 siguiente se observa el histograma para la construcción de la planta. Se observa que los requerimientos de personal en esta etapa no son permanentes y que dependiendo de las diferentes fases de la construcción el personal aumenta o disminuye.

Figura 2-41. Histograma para la construcción de la planta



ADMINISTRACIÓN	CANTIDAD
Director administrativo y R.H.	1
Revisor fiscal	1
Contador	1
Auxiliar tesorería	1
Auxiliar nómina	1
Jurídico	1
Secretaría	1
Conductores	2
Mensajero	2
Gerente Comercial	1
Vendedores	2
Asistente	1
Jefe Compras	1
Agilizador compras	1
Aseo y servicios	1
Jefe Flota	1
Programador flota	3
Conductores flota	37
Planeador mantenimiento	1
Seguros y trámites	1
Seguridad y logística	3
Subtotal	64

OPERACIÓN	CANTIDAD
Gerente planta	1
Jefe de producción	1
Jefe de Mantenimiento	1
Jefe de laboratorio	1
Jefe de seguridad industrial	1
Jefe Ambiental y comunitario	1
Supervisores de producción	4
Almacenista	1
Auxiliar almacén	3
Secretaría	2
Operario molino	4
Operario calcinación	6
Operario control central	4
Operario bascula	4
Operario cargador	6
Auxiliar molienda	4
Auxiliar de despachos	5
Auxiliar Seguridad Industrial	1
Laborante control calidad	4
Conductores	2
Operario molino carbón	1
Capataz cuadrilla oficios varios	1
Operarios oficios varios	6
Subtotal	64

MANTENIMIENTO	CANTIDAD
Mecánicos 1A	2
Soldadores 1A	2
Mecánicos 1	5
Ayudantes Mantenimiento Mecánico	8
Electricistas	4
Instrumentistas	2
Supervisores de Mantenimiento Mecánico	2
Supervisores de electricidad y control	1
Planeador de mantenimiento	3
Lubricadores	2
Proyectistas	1
Ayudantes electricidad y control	4
Subtotal	36

Fuente: Cemcolsa

Por otra parte, el personal de obra civil que se requerirá durante la construcción se observa en la Figura 2-42 y la estrategia prevista para la contratación del mismo se presenta en la Figura 2-43:

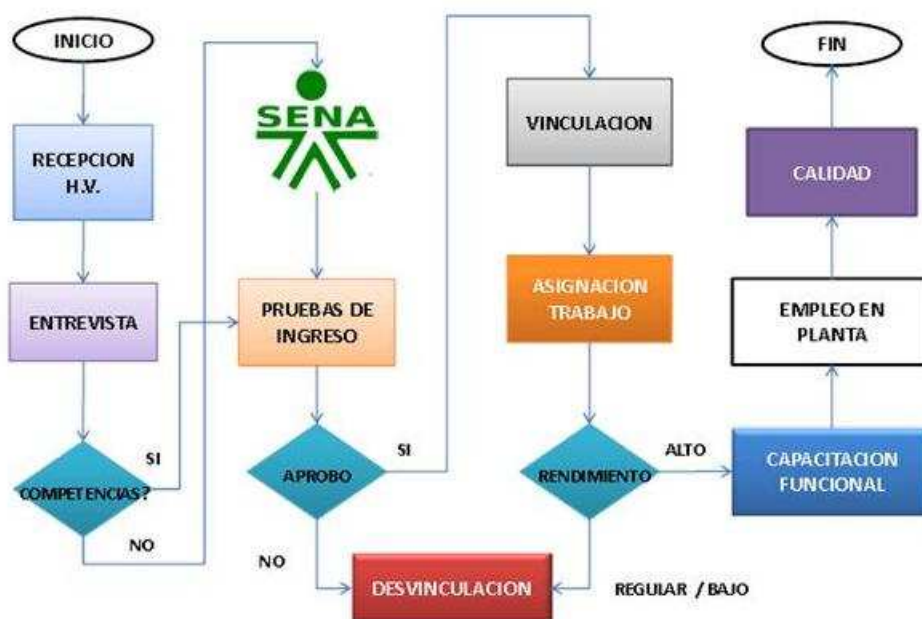
Figura 2-42. Personal requerido para la etapa de construcción

INSPECTOR DE OBRA	TECNICO	5	DE LA ZONA
OFICIAL DE CONSTRUCCIÓN	EXPERTO	10	EXTERNO O DE LA ZONA
AYUDANTE DE CONSTRUCCIÓN	NO CALIFICADO	30	DE LA ZONA
OFICIAL INSTALADOR DE REFRACTARIO	EXPERTO	30	EXTERNO O DE LA ZONA



Fuente: Cemcolsa

Figura 2-43. Estrategia de vinculación laboral



Fuente: Cemcolsa

Capacitación del personal

Para la etapa constructiva se requerirá y capacitará personal para la realización de obras como: Construcción de vías internas, líneas sanitarias y edificaciones civiles; Fabricación y montaje de estructura metálica e Instalación electromecánica de maquinaria importada y de fabricación nacional.

En la etapa pre operativa se requerirá y capacitará personal para las pruebas a equipos, para el funcionamiento de la planta y la elaboración de manuales, se integrará a la capacitación el sistema de gestión de calidad y se prepararán operadores de equipo pesado.

En la Etapa productiva se requerirá y preparará personal técnico-administrativo para la recepción de materias primas, molienda y almacenamiento de crudo y de cemento; piroproceso - clinkerización y enfriamiento de clinker; recibo, trituración y molienda de carbón; empaque y comercialización de producto terminado.

Se dará formación técnico-administrativa general a través de convenios de cooperación con el SENA y se establecerán procesos de formación especializada en el mantenimiento y operación de equipos productivos a través de los acuerdos de IMSACOL con los proveedores y fabricantes de los equipos.

La Formación de competencias del personal se muestra en la Figura 2-44:

Figura 2-44. Formación en competencias del personal



Fuente: Cemcolsa

Formación laboral etapa constructiva

La formación prevista durante la etapa constructiva se presenta en la Tabla 2-5:

Tabla 2-5. Formación laboral en la etapa constructiva

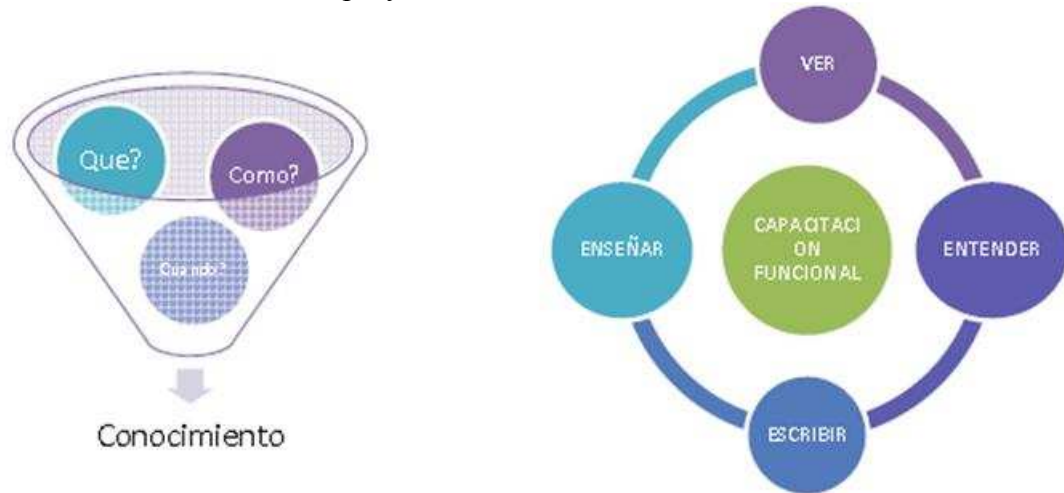
Capacitación	Conocimientos
Formación General	• Primeros auxilios • Trabajo seguro • Ética y valores • Trabajo en alturas
Formación personal obra civil	• Interpretación de planos • Uso y mantenimiento de herramienta • Proceso constructivo de obras civiles • Curso de armado de encofrados • Manejo de concreto
Formación de personal obra mecánica	• Interpretación de planos • Metrología • Fundamentos de mecánica industrial • Fundamentos soldadura SMAW • Uso de herramienta • Corte con plasma • Alienación y balanceo • Lubricación • Montaje y mantenimiento de equipo minero
Capacitación personal eléctrico	• Fundamentos de electrónica analógica y digital • Fundamentos de control industrial • Fundamentos en Subestaciones • Redes y conexiones • Calibración de instrumentos

Fuente: Cemcolsa

Los esfuerzos en la capacitación estarán enfocados en la correcta operación de los equipos con el personal que se destaco con su desempeño y capacitación general realizada por el SENA, instructores y supervisores durante la etapa constructiva.

La filosofía laboral del proyecto persigue recopilar, analizar, documentar y difundir los conocimientos y experiencias adquiridas durante la construcción para “aprender haciendo” y transmitir la información durante la operación y mantenimiento, tal como se muestra en la Figura 2-45:

Figura 2-45. Filosofía laboral del proyecto



Fuente: Cemcolsa

Personal etapa productiva

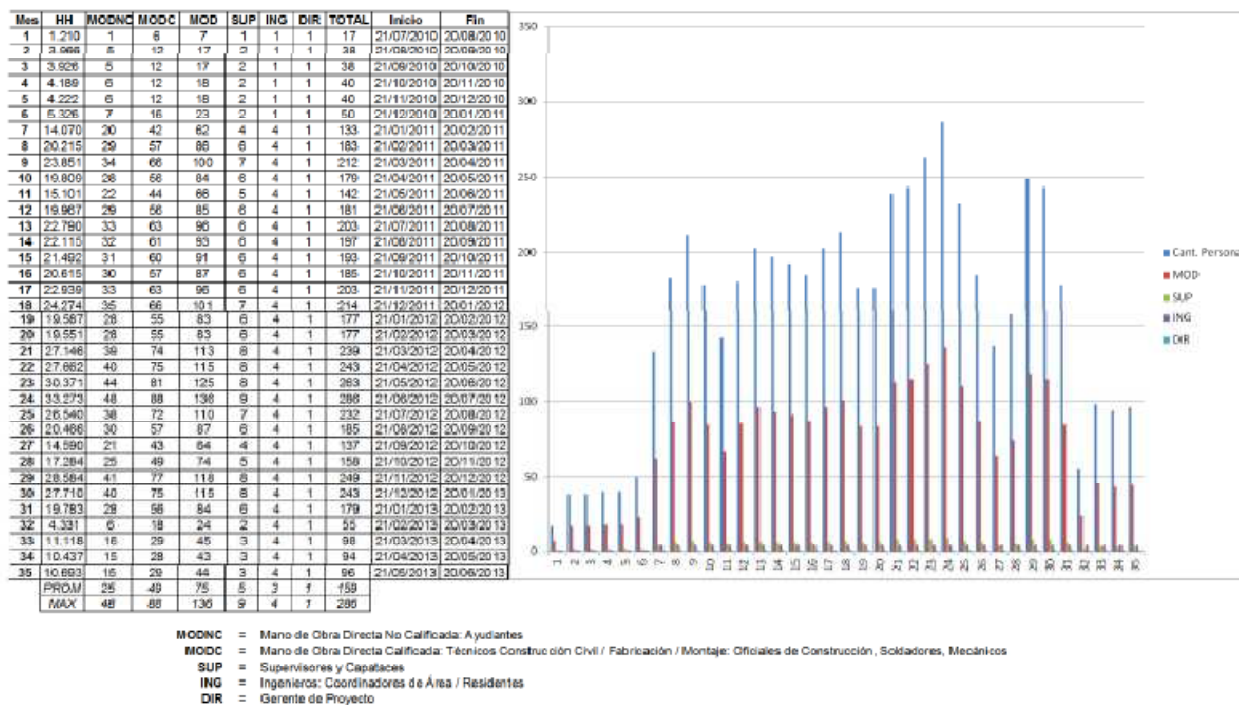
El personal requerido durante la operación del proyecto se presenta en la Figura 2-46, así como el histograma del proyecto y el cronograma de actividades en las Figura 2-47 y Figura 2-48, respectivamente.

Figura 2-46. Personal requerido durante la etapa productiva del proyecto

i	DESCRIPCIÓN		TRU 1			TRU 2			TRU 3			TRU 4			TRU 5			TRU 6			TRU 7			TRU 8			TRU 9			TRU 10			TRU 11			TRU 12				
	HISTOGRAMA DE DISTRIBUCIÓN PERSONAL OPERACIÓN CENSO COLS.A	ES	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3					
		ES																																						
1	EMPLEOS ADMINISTRATIVOS	64						4							4								5	1*	4		4		2*		1*		3							
2	EMPLEOS OPERATIVOS	64																								6									2*			2*	1*	
3	EMPLEOS MANTENIMIENTO	34									2																	15							1		1			
	TOTAL	164													8											6	10	26		4		20		26		30			20	10

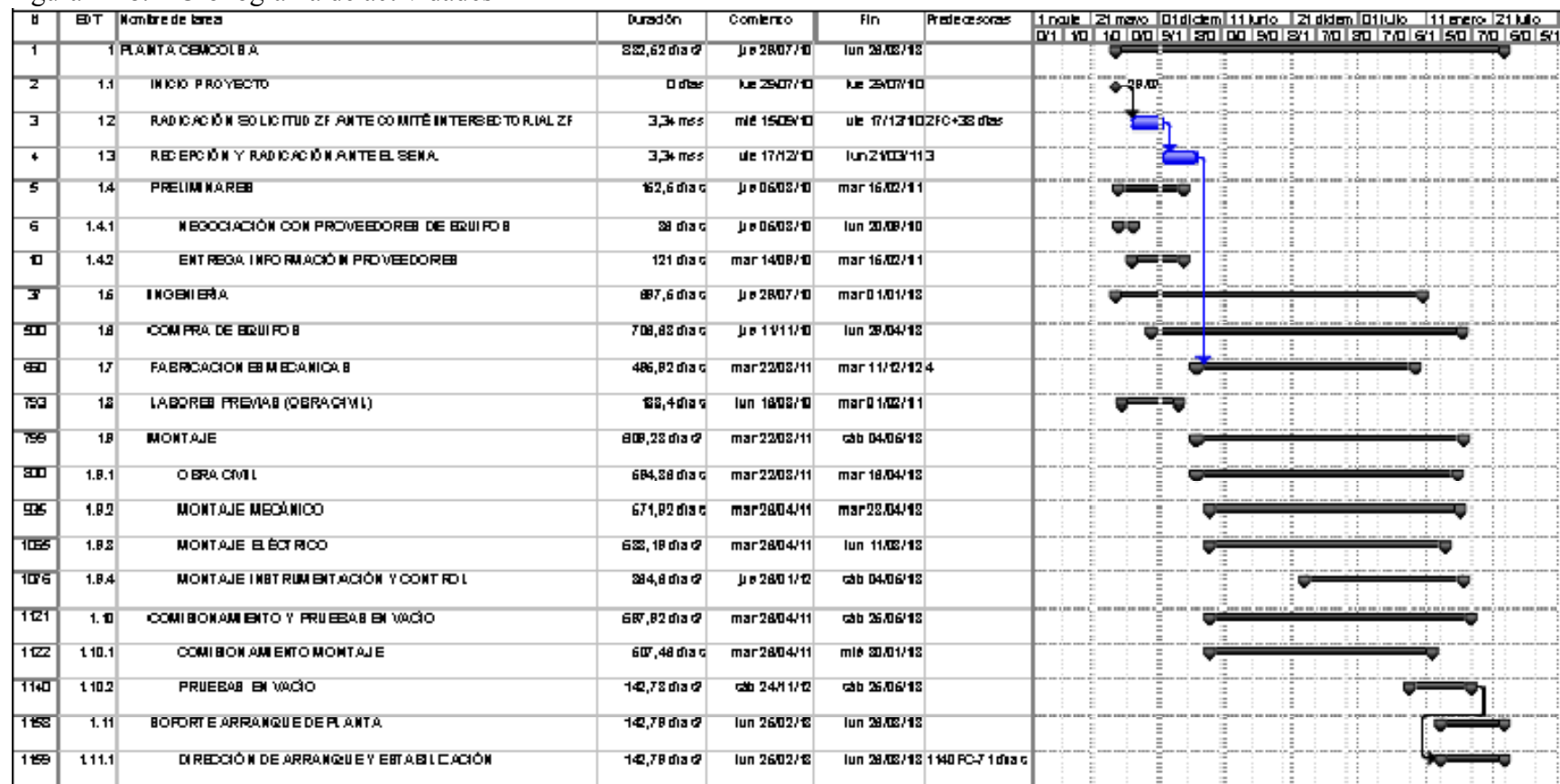
Fuente: Cemcolsa

Figura 2-47. Histograma del proyecto



Fuente: Cemcolsa

Figura 2-48. Cronograma de actividades



Fuente: Cemcolsa

3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

3.1 Áreas de influencia

3.1.1 Área de influencia directa (AID)

Ambiental. El área de influencia directa desde el punto de vista ambiental la conforma el área del lote donde se construirá y operará el proyecto porque la modelación de las dispersiones de las emisiones atmosféricas no traspasan los límites de dicho terreno.

Social. El área de influencia directa desde el punto de vista social, la conforma la vereda Caracolí, perteneciente al municipio de San Luis en el Departamento del Tolima, debido a que en su jurisdicción se localizará el proyecto.

3.1.2 Área de influencia indirecta (AII)

Ambiental: el área de influencia indirecta del proyecto desde el punto de vista ambiental, lo conforman las veredas Caracolí en el municipio de San Luis y El Dinde en el municipio del Valle de San Juan en el departamento del Tolima, debido a las características de la planta procesadora de cemento.

Social: el área de influencia indirecta desde el punto de vista social, la conforman los territorios de los municipios de San Luis y de Valle de San Juan del departamento del Tolima y se hace un análisis específico sobre la vereda El Dinde, del municipio de San Juan, debido a que se ubica exactamente frente al proyecto, al otro lado del río Luisa. Por esta razón, esta comunidad podría llegar a ser sujeto de impactos tanto positivos como negativos.

3.2 Medio Abiótico

3.2.1 Geología

Estratigrafía regional

El área del municipio de San Luis está conformada por rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias, con depósitos cuaternarios de origen aluvial y volcánico. Las unidades geológicas de más antigua a más reciente son: Neises y Anfíbolitas de Tierradentro (PEnat), Formación Luisa (TrL), Formación Payandé (TrP), Formación Saldaña (JS), Stock de Payandé (JP), Formación Caballos (Kic), Formación Villeta (Ksv), Grupo Olini (Kso), Formación La Tabla (Kslt), Formación Seca (KPgs), Formación Gualanday Inferior (PgGi), Formación Gualanday Medio (PgGm), Formación Gualanday Superior (PgGs), Grupo Honda (NgH),

Abanico de Ibagué (Qai), Formación Machín (Qm), terrazas aluviales de los ríos Coello, Luisa, Cucuana y Saldaña (Qtco, Qtl, Qtcu, Qts), depósitos coluviales (Qc) y depósitos aluviales (Qal).

En el marco tectónico, el territorio municipal está afectado por fallas geológicas de dirección E-W y N-NE, entre las que sobresalen las fallas Salitre, Hondura, Gobernador, Contreras, La Cañada, Tomín y Tomogó. En el municipio de San Luis se destacan tres estructuras geológicas, el Sinclinal San Anastasio y los anticlinales Cerro Gordo y Gallego.

Según el EOT del municipio de San Luis, las rocas que afloran en el municipio son:

- **Precámbrico.** El precámbrico está representado por los Neises y Anfíbolitas de Tierradentro, denominación dada por Barrero y Vesga (1976), para describir una secuencia neises cuarzos feldespáticos y anfíbolitas que afloran en la localidad de Tierradentro, en el norte del departamento del Tolima. Las rocas que forman esta unidad son metamórficas, facies granulita y edad precámbrica (BARRERO, 1969). Los Neises y Anfíbolitas de Tierradentro afloran al norte del municipio de San Luis, cabalgando el Stock de Payandé (JS) y la Formación Payandé (TrP). La descripción de esta unidad (con base en el trabajo petrográfico realizado por Barrero), es la siguiente: está conformada por anfíbolitas, neises cuarzofeldespáticos y neises augen biotítico pertítico. Las anfíbolitas son color oscuro, foliadas y macizas, compuestas por plagioclasa, hornblenda, cuarzo, epidota, prenhita y magnetita. Los neises-cuarzofeldespáticos son faneríticos de grano medio a grueso, color rosado, con lineación bien marcada, caracterizados por lentes de cuarzo gris alternando con pertita y plagioclasa. Mineralógicamente están formados por cuarzo, plagioclasa, ortosa y como accesorios con un porcentaje menor al 1 %, allanita, epidota, monazita y prenhita. La unidad está constituida principalmente por neises y anfíbolitas, con paragénesis mineral que permite afirmar que estas rocas alcanzaron la facies anfíbolita, en un metamorfismo de baja presión. Por analogía con rocas similares existentes en otras áreas del departamento, a las que se les ha comprobado radiométricamente su edad, se deduce que la edad de esta unidad es Precámbrico.
- **Mezozoico:** Está representado en el municipio por rocas ígneas volcánicas, volcano-sedimentarias e intrusivas y sedimentarios de origen marino y continental.
 - o **Formación Luisa: (TrL):** Descrita inicialmente por Renz, la descripción y definición actual de la unidad se debe a Cediell et al (1981). La ausencia de fósiles no permite datar la unidad con precisión, pero se le asigna con base en su posición estratigráfica con respecto a la suprayacente y discordante Formación Payandé (TrP) de edad triásica y la infrayacente y también discordante Formación El Imán de edad devónica y posiblemente carbonífera. Por lo tanto la formación Luisa abarca un lapso comprendido entre el pérmico y el triásico.
 - o Esta unidad geológica aflora en las veredas El Salitre y Payandé. Está formada por capas rojas de limolitas, areniscas y conglomerados conformados

principalmente por líticos de rocas ígneas intrusivas y metamórficas (Neises).

- o **Formación Payandé (TrP):** Es una secuencia estratigráfica de edad triásica, carácter marino e intercalada en medio de dos unidades de capas rojas (formaciones Luisa y Saldaña) encontradas en la zona de Payandé. Fósiles de amonitas y gasterópodos encontrados por Geyer (1973) permiten darle una edad Triásica a estas rocas.
- o La Formación Payandé aflora al norte del municipio de San Luis en las veredas Payandé, El Porvenir, El Salitre, el Hobo y el centro poblado de Payandé. La formación suprayace a la Formación Luisa e infrayace la Formación Saldaña, es cubierta discordantemente por las formaciones Caballos (Kic) y Machín (Qm), el Grupo Honda (NgH) y el Abanico de Ibagué (Qai) y está en contacto fallado con los Neises y Anfíbolitas de Tierradentro y la Formación Saldaña.
- o Igualmente la Formación Payandé es intruida por el Stock de Payandé (JP) ocasionando la marmorización de las calizas y mineralizaciones tipo skarn, como la que se encuentra en Mina Vieja, antigua mina de cobre al oeste del centro poblado de Payandé.
- o Litológicamente la Formación Payandé se compone de un conjunto de calizas micríticas de color gris oscuro, calizas esparíticas con estratificación masiva e intercalaciones menores de limolitas calcáreas. De esta unidad geológica se explotan los mármoles por parte de pequeños mineros y las calizas por la empresa CEMEX para la fabricación de cemento.
- o **Formación Saldaña (JS):** Es un conjunto de rocas volcano sedimentarias de edad jurásica, con base en improntas de *Batrachopus* y fósiles de amonitas (Mojica 1980). Esta unidad litológica aflora al norte del municipio de San Luis en las veredas Payandé, El Salitre y el Hobo. Las rocas de esta unidad son infrayacidas por las calizas de la Formación Payandé, suprayacidas por las sedimentitas de la Formación Caballos, en discordancia angular con el Grupo Honda (NgH) y están en contacto fallado con la Formación Payandé y el Stock de Payandé.
- o La Formación Saldaña está formada por tres conjuntos: el conjunto inferior formado por conglomerados con cantos de caliza, limolitas y niveles de capas rojas de areniscas. El conjunto intermedio formado por areniscas sucias y limolitas grises y verdosas con intercalaciones de bancos de calizas. Finalmente en la parte superior se encuentran piroclastitas pelítico-arenosas oscuras con estratificación plana o paralela.
- o **Stock de Payandé (JP).** Se denomina así a un cuerpo intrusivo que aflora al oeste del centro poblado de Payandé. Intruye los Neises y Anfíbolitas de Tierradentro y las formaciones Luisa y Payandé, produciendo un metamorfismo térmico en las rocas encajantes. Con base en sus relaciones estratigráficas, Barrero (1969) le asigna una edad entre finales del Jurásico y principios del Cretáceo. En el municipio de San Luis aflora en las veredas Payandé, El Porvenir y El Salitre.
- o Macroscópicamente es una roca masiva fanerítica de grano medio, de color gris oscuro y moteada de negro, formada por plagioclasa, cuarzo, feldespato potásico, horblenda y biotita.

- o **Formación Caballos (Kic).** Es una secuencia que se divide en tres unidades litológicas, la inferior y superior consisten de areniscas cuarzosas de grano medio a grueso y la parte media compuestas de calizas y shales. Su edad con base en restos de polen y esporas (Vergara 1994) en la parte basal de la unidad y en amonitas recolectadas en la parte media es Albiano Aptiano (cretácico inferior). La Formación Caballos aflora en el municipio de San Luis al norte, en las veredas Payandé, El Salitre, El Hobo y Caracolí y al sur en las veredas Tomogó, La Meseta y La Cañada. Los tres miembros de esta unidad, pueden ser bien observados en la sección de la quebrada de El Cobre. En dicha quebrada, el miembro inferior descansa discordantemente sobre las calizas de la Formación Payandé y está constituido por areniscas cuarzosas de grano fino a medio de color gris y cemento calcáreo. El miembro medio está formado por calizas de color gris a negro y shales finamente laminados. El miembro superior está formado por areniscas cuarzosas de grano fino a medio con estratificación inclinada en estratos que varían de 0.2 a 2.0 metros. La característica distintiva de este miembro es su color rojizo, con concreciones de hierro y también hierro como cementante. Del miembro superior en la vereda Tomogó se extraen arcillas ferruginosas que son utilizadas por la empresa CEMEX en el proceso de la fabricación del cemento.
- o **Formación Villeta (Ksv).** Hettner (1892) describió la secuencia principalmente conformada por shales negros y es usada en cartografía para denominar la unidad de roca que se encuentra entre la Formación Caballos (Kic) y el Grupo Olini (Kso). Su edad con base en fósiles de amonitas y microfósiles abarca desde el Albiano Medio hasta el Coniaciano (Cretáceo Superior). Aflora en la parte sur central del municipio de San Luis en las veredas Guacimito, Buenos Aires, Campo Alegre, Caimital, Gallego, Tomogó, Pedrgal, San Lucía, Guadalajara, Luisa García y La Aurora. Esta unidad litológica está formada por intercalaciones de shales negros, calizas micríticas y esparíticas y chert negro.
- o **Grupo Olini (Kso).** Según Porta (1965) se divide en tres unidades: lidita inferior, nivel de lutitas y lidita superior. En el municipio de San Luis el Grupo Olini al igual que la Formación Villeta, hace parte del espinazo localizado en las veredas Contreras, El Puño, Tomín, Gallego, Tomogó y La Meseta.
- o La lidita inferior está formada por capas de chert negro alternada con láminas de shales; el nivel de lutitas (miembro medio) está formado por shales negros con creciones calcáreas. La lidita superior muestra una litología similar a la lidita inferior pero con un mayor espesor de capas fosfáticas.
- o **Formación La Tabla (Kslt).** La Formación La Tabla suprayace al Grupo Olini e infrayace la Formación Seca; es de edad Maestristiano. Aflora en el municipio de San Luis en las veredas Contreras, El Puño, Tomín y Gallego. Está constituida principalmente por capas de arenisca de grano medio formadas por cuarzo y feldespato, con capas menores de conglomerados cuarzosos y lodolitas.
- o **Formación Seca (Kpgs).** Fue definida por Porta (1965) y suprayace a la Formación La Tabla e infrayace a la Formación Gualanday Inferior. Aflora

como una franja discontinua de dirección norte 10-20 E. Morfológicamente es fácil de cartografiar debido a que siempre está asociada a valles amplios.

- **Cenozoico.** En la región las rocas del Cenozoico están formadas por rocas sedimentarias de origen continental.
 - o **Grupo Gualanday (PgEi).** El Grupo Gualanday suprayace la Formación Seca y es cubierta discordantemente por la Formación Machín, el Abanico de Ibagué, depósitos aluviales cuaternarios y coluviones. La edad del Grupo Gualanday ha sido establecida por Laverde (1989) como Eoceno – Oligoceno. Las formaciones Gualanday Superior e Inferior presentan buenas exposiciones en la mayoría de los lugares donde aflora, formando escarpes fuertes que contrastan con la morfología de pendientes suaves de la Formación Gualanday Medio. La Formación Gualanday Inferior está constituida por una sucesión de conglomerados con cantos principalmente de cuarzo y chert negro (proveniente de la erosión del grupo Olini) y areniscas conglomeráticas, con eventuales intercalaciones de arcillolitas de color rojo. La Formación Gualanday Medio tiene un contacto inferior concordante neto con las formaciones Gualanday Inferior y Superior. Litológicamente esta unidad está formada por arcillolitas de color rojizo interestratificada con niveles de areniscas y conglomerados de gránulos y guijos. La Formación Gualanday Superior presenta una litología similar a la de la Formación Gualanday Inferior, es decir conglomerados potentes formados con cantos redondeados de cuarzo, chert negro y líticos de rocas intrusivas y metamórficas con intercalaciones de arcillolitas rojas.

Figura 3-1. Formación Guandalay Superior e inferior al fondo y en primer plano se observa la Formación Machín.



Fuente: Fotografía tomada por Araújo Ibarra & Asociados S.A.

- **Grupo Honda (Ngh).** El Grupo Honda aflora en el norte del municipio de San Luis en las veredas Payandé, El Salitre y El Hobo y en el sur en las veredas Guadalajara, Luisa García, Cordialidad, Dindal y Malnombre. Este grupo cubre discordantemente las rocas de edad cretácica y es cubierta discordantemente por la Formación Machín y depósitos aluviales del cuaternario. Esta unidad se compone de areniscas y areniscas conglomeráticas de color verde con intercalaciones menores de lodolitas de color rojo y violáceo.
- **Depósitos cuaternarios.** Son acumulaciones de origen fluvial coluvial o mixto, poco consolidadas y algunas se encuentran en período de formación. Según sus características morfológicas son el Abanico de Ibagué y la Formación Machín
Abanico de Ibagué: Aflora al norte del municipio de San Luis, restringido hasta el borde del talud del río Coello, presentando sus mejores afloramientos en la entrada al centro poblado de Payandé desde Buenos Aires. El Abanico de Ibagué es un depósito de origen volcano sedimentario, conformado por intercalaciones de gravas de composición variable, arenas y lodolitas dispuestas en estratos horizontales a subhorizontales con ligera inclinación hacia el oriente.
Formación Machín (Qm). Nombre propuesto para denominar los productos de flujo y de caída del volcán cerro Machín localizado 51 Km al noroeste del municipio que con anterioridad se denominaba como Abanico del Guamo. Es la unidad geológica que abarca mayor área del municipio y su expresión morfológica corresponde a una terraza de superficie irregular.

Geología estructural

Los principales rasgos estructurales de norte a sur en la zona son:

Falla Gobernador. Nombre asignado por Barrero (1969) a una estructura de cabalgamiento (Falla inversa con un plano de falla menor a 15 grados), al oeste del centro poblado de Payandé. Afecta rocas de los Neises y Anfíbolitas de Tierradento, la Formación Payandé y el Stock de Payandé.

Falla Salitre. Denominación dada por Barrero (1969), a una falla de dirección E-W cuyo nombre deriva de la vereda El Salitre, donde es bien notorio este rasgo estructural. Esta falla marca el límite entre las formaciones Saldaña y Payandé y el Stock de Payandé. Se sugiere que tiene un movimiento vertical donde el bloque sur se encuentra hundido con respecto al bloque norte.

Falla Quimbayo. Falla con una longitud de 1120 m y rumbo N62°W, que afecta rocas de la Formación Payandé y el Stock de Payandé. Controla el cauce de la quebrada Quimbayito de donde deriva su nombre. Esta falla se intercepta al sur con la Falla Salitre.

Falla Hondura. Nombre asignado por Barrero (1969) a una dirección E-W, que controla el cauce de la quebrada La Hondura, de donde proviene su nombre. En la vereda El Salitre la Falla Hondura finaliza contra la Falla Salitre y al este es cubierta por depósitos de edad cuaternaria de la Formación Machín. La Falla Hondura afecta

rocas de las formaciones Payandé, Caballos y Saldaña, el Grupo Honda y el Stock de Payandé.

Falla Resaca. Expuesta en el sector de La Mesa entre las fallas Salitre y Hondura, donde limita las formaciones Payandé y Saldaña. Su traza presenta una dirección aproximada N45°E, controlando el cauce de la quebrada La Resaca de donde deriva su nombre. Para Barrero, el bloque al oeste de la Falla Resaca se encuentra levantado con respecto al bloque este.

Geología económica

Actualmente el municipio con la mayor actividad minera en el departamento del Tolima, es el de San Luis, con un inadecuado manejo minero-ambiental, en casos puntuales.

Los recursos geológicos del municipio de San Luis, que corresponden a su geopotencial económico son: caliza, mármol, cobre, arcilla, arena puzolánica, arcilla ferruginosa y materiales para construcción.

Se destaca en esta parte del territorio tolimense, la presencia de la unidad geológica conocida como “Formación Machín (Qm)”, que presenta características hidrogeológicas óptimas para la obtención de aguas subterráneas.

Recursos minerales

Es claro que si se cumple con las exigencias y normatividad ambiental y el planeamiento minero, debidamente diseñado por profesionales conocedores del tema, los terrenos de donde se extraen recursos mineros deben quedar aptos para su utilización posterior, y por lo tanto no debe considerarse como un factor negativo para el desarrollo, sino como oportunidades.

El inventario minero del municipio de San Luis se realizó con información recolectada en INGEOMINAS Unidad Operativa Ibagué, e información obtenida en campo y suministrada por la administración municipal. A continuación se hará una breve descripción de algunas de las minas del municipio de San Luis:

- **Manifestación Santa Lucía (Yeso).** Localizada en la vereda Santa Lucía, cuyas coordenadas geográficas del IGAC son: X = 938.700 m.E. y Y = 882.900 m.N. Está constituida por arcillolitas de la Formación Seca (KPgs), que ocasionalmente presentan vetillas de yeso fibroso hasta de 5 cm de espesor por 20 cm de longitud. Las reservas son pequeñas y dispersas sin importancia económica (BUITRAGO, 1974).
- **Manifestación La María (Caliza).** Se ubica en cercanías al centro poblado de Payandé, en la finca La Filigrana, con coordenadas X = 962.000 m.E. y Y = 886.680 m.N. El yacimiento se trata de un paquete de calizas de la Formación Caballos (Kic). Las calizas son de color gris oscuro en estratos de 20 cm a 1 m de espesor y abundantes restos fósiles. El contenido de carbonato de calcio es de 52,68 % (BUITRAGO, 1974). Buitrago (1974) concluye que el contenido de carbonato de calcio de esta manifestación es demasiado bajo para la obtención de cal o cemento.
- **Manifestación Santa Barbara (Cobre).** Se localiza en la vereda El Salitre, cerca

de la quebrada La Calichosa y sus coordenadas IGAC son: X = 962.640 m.E. y Y = 879.850 m.N. Se trata de una zona de “Skarn” mineralizada con sulfuros de cobre y zinc, en un xenolito de mármol de la Formación Payandé (TrP), dentro del Stock de Payandé (JP). Esta manifestación consiste de impregnaciones superficiales de malaquita y azurita, y es muy pequeña e irregular con un contenido de cobre, oro y plata apenas satisfactorio (BUITRAGO, 1974).

- **Manifestación el Bosque (Plomo-Zinc).** Se ubica en la vereda El Salitre, paraje El Bosque, en cercanías a la quebrada El Ingenio y sus coordenadas IGAC son: X = 962.700 m.E. y Y = 879.700 m.N. Este yacimiento consiste de una zona de Skarn, en el contacto de la Formación Payandé (TrP) con el Stock de Payandé (JP). Está formado por pequeñas masas irregulares y dispersas de sulfuros de zinc, cobre y plomo. Los cuerpos mineralizados son pequeños y con una distribución errática y su importancia económica es poca (BUITRAGO, 1974).
- **Prospecto La Colorada (Arcilla).** Situado en la vereda La Laguna con coordenadas geográficas del IGAC, X = 961.300 m.E. y Y = 897.500 m.N. El prospecto lo constituye un manto de arcillolita limosa de la Formación Gualanday Medio (PgGm). Tiene más de 60 m de espesor y una longitud de varios kilómetros. La arcilla es de color rojo a marrón, muy compacta, moderadamente plástica y se componen de arcilla (45 %), arena fina (25 %) y limo (30%), sin presencia de guijarros y arena de grano grueso. La arcilla es de excelente resistencia física en ladrillos terminados (BUITRAGO, 1974).
- **Prospecto La Laguna (Arcillas).** Ubicado en el sector de La Laguna junto al caserío de Gualanday, cuyas coordenadas IGAC son: X = 964.000 m.E. y Y = 894.500 m.N. Este prospecto consiste de un nivel de arcillolita de más de 100 m de espesor por varios kilómetros de longitud perteneciente a la Formación Gualanday Medio (PgGm). Presenta intercalaciones de areniscas que dificultarían una futura explotación masiva del depósito. La arcillolita es de color rojizo, limosa, compacta, moderadamente plástica, satisfactoriamente estable durante el secado y cocción de ladrillos y con alta resistencia física en producto terminado (BUITRAGO, 1974).
Para Buitrago (1974) las características de la arcilla son satisfactorias y sus reservas son grandes, pero las intercalaciones arenosas podrían estropear su explotación.
- **Mina abandonada el Cisne (Oro-Plata).** Situada en la vereda El Salitre, quebrada Limoncitos, con coordenadas IGAC X = 963.740 m.E. y Y = 880.580 m.N. El yacimiento consiste de un conglomerado formado por la quebrada Limoncitos, constituido por cantos de rocas ígneas, cuarzo y mármol, en una matriz areno-arcillosa de color amarillento, donde se encuentra el oro libre en forma de escamas. Sus reservas son pocas debido a que fue explotada casi en su totalidad (BUITRAGO, 1974).
- **Mina abandonada la Bolea o Gonconda (Oro).** Situada en la vereda Santa Isabel con coordenadas IGAC, X = 965.260 m.E. y Y = 890.520 m.N., en la quebrada La Bolsa y el río Coello. Esta mina fue trabajada en la época de los españoles, en varias ocasiones por mineros y esporádicamente por barequeros. Este depósito está sobre conglomerados constituidos por cantos de rocas ígneas y metamórficas de

tamaño variable, y cuarzo lechoso en una matriz areno-arcillosa de color amarillento poco compacta del abanico de Ibagué (Qai) (BUITRAGO, 1974).

Buitrago (op cit) menciona que esta mina podría contener buen oro, pero debido a la forma inadecuada en que se ha trabajado, se ha perdido gran parte de este mineral.

- **Mina Vieja (Cobre).** Se localiza a unos 5 Km al oeste del centro poblado de Payandé, en la margen derecha del río Frío y sus coordenadas son: X = 967.005 m.E. y Y= 882.537 m.N. del Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Se sabe por tradición que esta mina fue trabajada por los españoles durante la época de la colonia. La mineralización de Mina Vieja es de “Tipo Skarn” producida por la intrusión del Stock de Payandé (JP), en las calizas de la Formación Payandé (TrP). El cuerpo mineralizado tiene forma de bolsón y en superficie es observado en una zona de 10 m de ancho por 100 m de longitud, y dirección E-W. Sus reservas calculadas por Boliden de Colombia S.A. son modestas (BUITRAGO, 1974). En la actualidad esta mina de cobre se encuentra abandonada.
- **Contrato de concesión 4205-mina Guacamayo (Caliza).** Situada en los alrededores del centro poblado de Payandé, junto a la quebrada Chicalá con coordenadas IGAC: X= 966.904 m.E. y Y= 886.276 m.N.. La explotación de caliza para la obtención de cemento se inicio hace 45 años, en un área de 206.882,2 hectáreas, por parte de la empresa CEMENTOS DIAMANTE-SAMPER S.A.. El yacimiento se trata de un cuerpo tabular de caliza perteneciente a la Formación Payandé (TrP), inclinado 30-45° hacia el este con un espesor de aproximadamente de 280 m y unas reservas del orden de 245 millones de toneladas. La caliza es de color gris oscuro masivo, masiva, adquiriendo un aspecto bulboso al meteorizarse (BUITRAGO, 1974).
- **Contrato de concesión 1061-mina Flor Amarillo (Mármol).** Localizada al oeste del centro poblado de Payandé con coordenadas del IGAC X = 968.010 m.E. y Y = 882.327 m.N. Este yacimiento de mármol esta sobre la Formación Payandé (TrP) y es utilizado principalmente para la obtención de bloque para piedra de enchape. El frente de explotación actual de la mina tiene un talud con una altura cercana a los 50 m, con sectores de pendiente negativa, representando un alto riesgo de caída de rocas a los mineros.
- **Mina El Secreto (Mármol).** Localizada en los alrededores del centro poblado de Payandé junto a la quebrada Río Frío. Sus coordenadas IGAC son: X = 966.900 m.E. y Y = 884.140 m.N. Este depósito se formó por el metamorfismo de contacto sufrido por las calizas de la Formación Payandé (TrP), al ser intruidas por el Stock de Payandé (JP). El mármol es de color gris bandeado de tonos variables y grano medio a grueso. Sus reservas son aparentemente buenas, y su uso más adecuado es mármol en rajón y no como piedra de enchape (BUITRAGO, 1974).
- **Mina Río Frío (Mármol).** Ubicada en cercanías al centro poblado de Payandé, junto a la quebrada Río Frío. Sus coordenadas IGAC son: X = 966.670 m.E. y Y= 882.560 m.N. El mármol perteneciente a la Formación Payandé (TrP) es de color gris claro, grano grueso y un fracturamiento moderado a bajo. Hay zonas de “Skarn” mineralizadas con cobre, evidenciado por malaquita y azurita que

manchan los mármoles o rellenan fracturas. Las reservas de este yacimiento son satisfactorias y su color y textura, es apenas aceptable para la obtención de piedra de enchape, siendo más apropiado su uso para la obtención de retal de mármol (BUIRAGO, 1974).

- **Mina la Paloma (Mármol).** Se localiza en cercanías al centro poblado de Payandé, junto a la quebrada Trujillo. Sus coordenadas IGAC son: $X = 966.000$ m.E. y $Y = 882.960$ m.N. El mármol de la Formación Payandé (TrP), es de color gris bandeado, tono variable, tamaño de grano medio a grueso y está moderadamente fracturado. Sus reservas son de importante magnitud, sin embargo, su textura y color dificulta su utilización como piedra de enchape (BUIRAGO, 1974).
- **Mina los Arrayanes (Mármol).** Ubicada en los alrededores del centro poblado de Payandé con coordenadas IGAC $X = 966.840$ m.E. y $Y = 882.420$ m.N. El mármol perteneciente a la Formación Payandé (TrP) es de color variable, tamaño de grano grueso y bastante fracturado. Las reservas de mármol son grandes, pero por su textura, color y alto fracturamiento no sirve para roca de enchape, sino para rajón (BUIRAGO, 1974).
- **Licencia de explotación 12419-Mina El Salto (Mármol).** Se localiza en la vereda La Reforma, en el corregimiento de Payandé y sus coordenadas IGAC son: $X = 965.889$ m.E. y $Y = 883.665$ m.N. Los trabajos de explotación de los mármoles de la Formación Payandé (TrP). La explotación se efectúa a cielo abierto (Tipo cantera), y actualmente tiene dos (2) frentes activos y (3) inactivos. Los trabajos de explotación de mina no afectan nacimientos de agua, ni afecta vías veredales del municipio (ROJAS, 1997a).
- **Licencia de explotación 3126-mina Platones (Mármol).** Ubicada en el kilómetro 2 de la vía que conduce del centro poblado de Payandé hacia las veredas La Reforma y Río Frío. Sus coordenadas IGAC son: $X = 967.316$ m.E. y $Y = 884.160$ m.N. La explotación de esta mina de mármol de la Formación Payandé (TrP), se realiza a cielo abierto, por medio de un frente único de 30 m de ancho y 10 y 12 m de altura.
- **Licencia de explotación 13301-Mina Las Juntas (Mármol).** Localizada 50 m al sur de la confluencia entre las quebradas Trujillo y Río Frío, este del centro poblado de Payandé, cuyas coordenadas IGAC son: $X = 966.680$ m.E. y $Y = 883.590$ m.N. Esta explotación es a cielo abierto, por medio de un banco único de 25m de altura y talud vertical, con un frente de mina de 50 m largo y 20 m de avance. El grado de fracturamiento no permite la extracción de mármol en bloque, únicamente rajón.
- **Licencia de explotación 17010-La Cañada (Óxido de hierro).** Se ubica entre las veredas Gallego y La Cañada, en predios de la finca Palocabildo. Sus coordenadas son: $X = 942.420$ m.E. y $Y = 877.250$ m.N. del Instituto Geográfico Agustín Codazzi. La explotación de las arcillas ferruginosas de la Formación Caballos (Kic), es realizada a cielo abierto, por medio de un banco superficial de 20 a 25 m de ancho, 200 m de largo y una profundidad de 5 m. El mineral de hierro explotado corresponde a una arcilla ferruginosa de colores café a ocre, con un enriquecimiento secundario de óxidos de hierro (Gohetita, limonita y hematita).

- **Licencia de explotación 17637-Las Juntas (Mármol y Caliza).** Se localiza en el paraje La Paloma, corregimiento de Payandé y sus coordenadas IGAC son: X = 966.596 m.E. y Y= 883.652 m.N. Este yacimiento esta sobre mármoles de la Formación Payandé (TrP).

Geopotencial minero

El geopotencial minero del municipio de San Luis ha venido ya siendo aprovechado, en su mayor parte desde la época de la colonia (Tabla 3-1) especialmente los yacimientos de mármol, caliza y cobre. De acuerdo con el inventario minero y teniendo en cuenta las características geológicas y el ambiente de formación de las unidades expuestas, se puede hacer un resumen del potencial minero de las unidades geológicas, que conforman el municipio de San Luis:

- **Neises y Anfibolitas de Tierradentro (Pñt).** Manifestaciones de mármol comunes en esta unidad geológica, no han sido reportadas en el municipio de San Luis, pero no se descarta la posibilidad de su presencia. La existencia de rocas con diferentes tipos de estructuras migmatíticas, sugieren la posibilidad de usarlas como piedra de enchape.
- **Formación Luisa (TrL).** Podría considerarse la posibilidad de utilizar las brechas y conglomerados de esta unidad como piedra de enchape. Sin embargo, su extensión en esta parte del territorio tolimense es mínima.
- **Formación Payandé (TrP).** Las minas de mármol y caliza, en el municipio de San Luis, están sobre esta unidad geológica. Es posible la existencia de nuevas mineralizaciones “Tipo Skarn” (oro, plata, cobre, wolframio, etc.), como la de Mina Vieja, en la zona de contacto de la Formación Payandé con el Stock de Payandé (JP). Aunque no ha sido reportado, pero que es característico en formaciones calcáreas, podría haber depósitos de yeso.
- **Formación Saldaña (JS).** Los conglomerados del Conjunto Inferior, pueden ser utilizados como piedra de enchape y los flujos de lava, intercalados dentro de la secuencia de la Formación Saldaña, como material de relleno y adecuación de vías.
- **Stock de Payandé (JP).** Se han reportado mineralizaciones de cobre tipo Pórfido Cuprífero en otros intrusivos de edad Jurásica en el Valle Superior del Magdalena, como el Stock de Dolores, coetáneos con este plutón, que permiten inferir una posible presencia de este tipo de mineralizaciones en el municipio de San Luis. Se debe considerar su utilización como material de relleno y adecuación de vías.
- **Formación Caballos (Kic).** Areniscas ferruginosas en el miembro superior de la Formación Caballos, tienen un potencial ya comprobado para la obtención de hierro, como es el caso de la mina localizada en la vereda Tomogó. La presencia de estratos de arenas cuarzosas permite también sugerirla como fuente silícea, para abrasivos y la industria del vidrio. Las calizas lumaquéllicas (formada por conchas fósiles) en el miembro medio de la Formación Caballos en la quebrada del Cobre, presentan buenas características para ser utilizadas como piedra de enchape (Tabla 3-1).

Tabla 3-1. Uso de los recursos minerales actuales y potenciales del Municipio de San Luis

RECURSO MINERAL	USOS
Metales preciosos ORO Y PLATA	Para fabricación de monedas, joyería, odontología y la industria.
COBRE	Industria (aleaciones y sector eléctrico)
CALIZAS	Industria química y siderúrgica, fabricación del cemento, como fundente y como fuente de cal agrícola.
MÁRMOL	En la construcción (piedra de enchape), fabricación de pinturas y como fuente de cal agrícola.
ARCILLAS	Cerámica y alfarería, fabricación de ladrillos e industria del cemento.
ARENAS SILÍCEAS	Industria del vidrio y metalúrgica
ARENAS ABRASIVAS	Pulir metales, remover pintura y costras de oxidación, enlucir piedras de enchape y fabricación de papel lija.
MINERAL DE HIERRO	Industria (fabricación del acero y cemento)
ROCA FOSFÓRICA	Fabricación de fertilizantes y en la nutrición humana y animal
ROCAS ORNAMENTALES	En todas las partes de la construcción: revestimientos, pisos, etc.
YESO	Industria de la construcción, agricultura y manufactura del cemento Portland.
PUZOLANA	Fabricación de cementos puzolánicos
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN (Gravas y arenas)	En la construcción de la parte estructural o la denominada más comúnmente obra negra.

Fuente: Esquema de ordenamiento Territorial de San Luis

La Formación Caballos por sus características litológicas (buena porosidad efectiva de las areniscas), presenta un potencial comprobado en el Valle Superior del Magdalena, como roca almacenadora de hidrocarburos.

- **Formación Villeta (Ksv).** Esta unidad sedimentaria contiene estratos calcáreos que pueden ser utilizados como fuente de materia prima para la obtención de cal agrícola.
- **Grupo Olini (Kso).** Es probable que los niveles fosfáticos de esta unidad puedan utilizados para la obtención de fosforita.
- **Formación la Tabla (Kslt).** Areniscas cuarzosas con bajo contenido de hierro, tienen buenas posibilidades para obtener arenas silíceas. Las limolitas silíceas pueden ser utilizadas como material de relleno y adecuación de vías.
- **Formación es Seca (KPgs) y Gualanday Medio (PgGm).** Las arcillolitas de estas formaciones pueden ser usadas en la alfarería. Se requiere un programa de

caracterización que permita establecer su calidad y su posible extracción. También, es posible la existencia de mineralizaciones de yeso.

- **Formaciones Gualanday inferior (pggi) y Gualanday superior (PgGs).** Los niveles conglomeráticos pueden ser utilizados para relleno y mantenimiento de los carretables del municipio.
- **Grupo Honda (NgH).** Su extensión en el municipio de San Luis es poca. Algunos estratos arcillosos pueden ser usados para alfarería.
- **Abanico de Ibagué (Qai).** Algunos estratos conglomeráticos (antiguos paleocanales), podrían ser depósitos de placer (oro aluvial).
- **Formación Machín (Qm).** Los depósitos del Volcán Cerro Machín han venido siendo explotados para la fabricación de cemento puzolánico y en la industria de la construcción, como agregado liviano para la elaboración de concreto estructural. Del mismo modo, por sus características litológicas se pueden considerar como potencialmente explotables para la fabricación de abrasivos de dureza intermedia.
- **Depósitos Cuaternarios (Qtco, Qtl, Qtcu, Qts, Qal y Qc).** Pueden ser utilizados para la extracción de materiales de construcción, ya sea para utilización directa o para plantas de agregados que incluyan clasificación y trituración.

Área de Influencia Directa

En el área de influencia directa aflora la Formación Machín (Foto 3-1), cubriendo estratos de la Formación Villeta (Foto 3-2). Los depósitos de la Formación Machín deben ser tenidos en cuenta como indicador de amenaza natural, teniendo en cuenta las manifestaciones de reactivación que presenta el volcán localizado a 51 kilómetros en inmediaciones de Cajamarca.

Foto 3-1. Depósitos de origen fluvial intercalados por conglomerados correspondientes a la Formación Machín



Fuente: Fotografías tomadas por Araújo Ibarra & Asociados S.A.

Foto 3-2. Afloramiento de sedimentitas de grano fino que conforman una pendiente estructural, posiblemente de la Formación Villeta



Fuente: Fotografías tomadas por Araújo Ibarra & Asociados S.A.

En el área de influencia directa no hay manifestaciones de las fallas geológicas mencionadas.

3.2.2 Geomorfología

Área de Influencia Indirecta

La morfología o forma del relieve de un territorio es el reflejo de los procesos geológicos que han actuado sobre la región y que dieron origen a las unidades litológicas expuestas, así como la tectónica. El tiempo geológico y las condiciones climáticas también contribuyen al proceso y en últimas el hombre da el toque final a las formas de los terrenos.

Cuando a las formas del relieve se les identifica el proceso geológico por medio del cual fueron formadas se habla entonces de geoformas. Para el municipio de San Luis se identificaron diecinueve (19) unidades morfológicas (EOT San Luis). Para su descripción se siguió la clasificación propuesta por Villota (1991), agrupándose en unidades formadas por proceso degradacionales, identificándose dentro de ellas geoformas de relieve montañoso y colinado fluvio-erosional, de relieve montañoso y colinado estructural erosional, de relieve de lomerío y unidades originadas por procesos agradacionales o constructivos, representadas por abanicos, coluvios y valles aluviales.

Geoformas de Relieve Montañoso y Colinado Denudacional. Esta clasificación incluye aquellas elevaciones del terreno que hacen parte de cordilleras, sierras y serranías, cuya altura y morfología no fue causada por el plegamiento de las rocas de la corteza sino únicamente a procesos exógenos degradacionales (VILLOTA, 1991). Se incluyen dentro de esta clasificación las montañas formadas por rocas pertenecientes a los Neises y Anfibolitas de Tierradentro (Pnt), Formación Payandé (TrP), Formación Saldaña (JS) y el Stock de Payandé (JP).

- **Montañas Erosionales en Anfibolitas y Neises.** Esta unidad corresponde al extremo sur del cerro Gobernador de orientación N-NE y aflora en el municipio de San Luis en la vereda Payandé. Se desarrollan sobre neises y anfobolitas pertenecientes a los Neises y Anfibolitas de Tierradentro. Tienen laderas con una pendiente que varía de muy fuertemente inclinadas a muy escarpadas (30->70%), con un patrón de drenaje dendrítico poco denso y el proceso erosivo más común es la erosión en surcos.
- **Montañas Erosionales en Calizas y Mármoles.** Esta geoforma aflora al norte del municipio de San Luis en las veredas Payandé, El Porvenir, El Salitre y El Hobo. Estas montañas formadas principalmente por calizas y mármoles de la Formación Payandé (TrP), no presentan un relieve kárstico, motivo por el cual no se les incluyo en este tipo de relieve, no obstante, en la vereda El Salitre se distinguen dolinas de escala métrica, no cartografiables a escala 1 : 25.000. Su pendiente varía de moderadamente inclinada a muy escarpada (5->70 %), con un tipo de drenaje dendrítico y su erosión es severa en algunas partes, primordialmente originada por la pérdida de la cobertura vegetal ocasionada por la actividad minera.
- **Montañas Erosionales en Limolitas, Calizas, Tobas y Capas Rojas de Areniscas y Conglomerados.** Constituye la unidad geológica denominada Formación Saldaña (JS) y aflora en las veredas Payandé, El Salitre y El Hobo. Su

pendiente varía de fuertemente inclinadas a muy escarpadas (12->70 %), con un tipo de drenaje subdendrítico de densidad baja y su erosión es ligera a moderada, prevaleciendo la erosión laminar y en surcos. Esta geoforma es cortada por varias fallas geológicas como la Hondura, Resaca y El Salitre, que controla el cauce de las quebradas La Hondura y algunos de sus tributarios.

- **Montañas Erosionales en Cuarzodiorita y Granodiorita.** Presenta montañas alargadas en dirección Norte-Sur con crestas agudas y ocupa sectores de las veredas Payandé, El Salitre y El Porvenir. Litológicamente está formada por cuarzodioritas y granodioritas del Stock de Payandé (JP) de edad Jurásica. Tiene una pendiente que varía de fuertemente inclinadas a muy escarpadas (12->70 %), un patrón de drenaje dendrítico con disección profunda en forma de V y erosión ligera a moderada. El proceso erosivo más frecuente es la erosión en surcos y patas de vaca.

Geoformas de Relieve Montañoso y Colinado Estructural Erosional. Villota (1991), agrupa bajo esta denominación las montañas y colinas de plegamiento de las rocas sedimentarias consolidadas, que en conjunto conforman un relieve de crestas paralelas separadas por depresiones igualmente paralelas, que se prolongan linealmente siguiendo un rumbo rectilíneo, sinuoso o en zigzag, sin ramificaciones laterales y que actualmente están sometidas a procesos erosivos. En el municipio de San Luis se distinguen nueve (9) geoformas desarrolladas sobre rocas sedimentarias del Cretáceo y Paleógeno.

- **Sinclinal en areniscas cuarzosas, Limolitas Silíceas, Shales, Calizas y Chert.** Se le denomina sinclinal a la geoforma que luego de sufrir los efectos denudativos aún conserva sus laderas estructurales convergiendo en forma continua hacia su eje y que no tiene interrupciones provocadas por rellenos lacustres, aluviales, coluviales, etc. (VILLOTA, 1991).

Este sinclinal esta desarrollado sobre sedimentitas del Grupo Olini (Kso) y la Formación La Tabla (Kslt) y se localiza en la veredas Tomín y Gallego. Tiene un eje con dirección N35°E, con un patrón de drenaje subparalelo de densidad baja y una pendiente fuertemente inclinada a muy escarpada (12-70 %). El proceso de remoción en masa más común son los desplomes, favorecidos por la estratificación de las sedimentitas.

- **Anticlinal en Areniscas Cuarzosas y Feldespáticas, Calizas y Lutitas.** Un anticlinal es una montaña o loma con sus estratos arqueados hacia arriba, cuyas laderas estructurales son divergentes a partir de su eje y pueden presentar buzamientos diferentes según la intensidad del plegamiento sufrido (VILLOTA, 1991).

En el municipio de San Luis se presentan dos anticlinales con sus ejes orientados N30°E, desarrollados sobre las sedimentitas de la Formación Caballos (Kic), localizados, el primero al norte del municipio en las veredas El Hobo y Caracolí y el segundo en las Tomogó, Gallego y La Meseta. Los anticlinales presentan una pendiente fuertemente inclinada a muy escarpada (12->70 %) y el proceso de

remoción en masa predominante son los desprendimientos y caídas de rocas. El tipo de drenaje de esta unidad geomorfológica es subparalelo de baja densidad.

- **Espinazos en Areniscas Cuarzosas, Limolitas Silíceas, Shales, Calizas y Chert.** Los espinazos es un paisaje monoclinal constituido por estratos alternos de diferente consistencia, como por ejemplo areniscas y shales, dispuestos en la ladera estructural en un patrón escalonado de láminas triangulares cavados por la escorrentía, que ascienden hasta la propia cumbre y que en conjunto configuran una red de drenaje angular (VILLOTA, 1994). Para el caso del espinazo cartografiado en el municipio de San Luis, los estratos alternados con diferente consistencia son: los shales de la Formación Villeta (Ksv), las areniscas de la Formación La Tabla (Kslt) y los shales y liditas del Grupo Olini (Kso).

El espinazo se localiza en las veredas Contreras, El Puño, Tomín, Tomogó, Gallego, La Meseta y La Cañada. El espinazo tiene una dirección N20°E, pendiente que varía de fuertemente inclinada a muy escarpada (12->70 %) y el proceso de remoción en masa común es el desprendimiento de rocas favorecido por la estratificación en la ladera estructural.

- **Complejo sedimentario en Areniscas Cuarzosas, Limolitas Silíceas, Calizas, Chert y Shales.** Se localiza en las veredas Guacimito, Buenos Aires, Campoalegre, Caimital, Pedregal, Santa Lucía, Luisa García y La Aurora. Comprende anticlinales y sinclinales fallados formado por sedimentitas de las formaciones Villeta (Ksv) y La Tabla (Kslt) y el Grupo Olini (Kso). Tiene tipo de drenaje subparalelo y trellis, pendiente fuertemente inclinada a muy escarpada (12->70 %) y el proceso de remoción en masa imperante son los desprendimientos y caída de rocas.

- **Cresta Monoclinal en Arcillolitas de Color Rojo con Intercalaciones de Areniscas y Conglomerados Polimícticos.** Según Villota (1994) una cresta monoclinal es un paisaje resultante de la degradación y/o fallamiento de un anticlinal, cuyas laderas erosional y estructural tienden a ser regulares y poco disectadas debido a la uniformidad y dureza de las rocas que las conforman. La cresta monoclinal en el municipio de San Luis se desarrolla sobre sedimentitas del Grupo Gualanday, formaciones Gualanday Medio e Inferior.

Esta geoforma se ubica en esta parte del territorio tolimense en las veredas La Flor, Paraguay y Contreras. Tiene orientación N20°E, pendiente que varía de fuertemente inclinada a escarpada y tipo de drenaje subparalelo de baja densidad. El proceso de remoción en masa frecuente son los desprendimientos y caídas; el proceso erosivo común son los surcos y cárcavas.

- **Valles Subsecuentes en Arcillolitas Rojo-Violáceas.** Están constituidos por arcillolitas rojo-violáceas de la Formación Seca (KPgs) influenciados por aportes de sedimentos de las laderas estructurales de los espinazos en areniscas cuarzosas, limolitas silíceas, shales, calizas y chert; la ladera erosional de la Cresta monoclinal en arcillolitas de color rojo con intercalaciones de areniscas y conglomerados polimícticos; las laderas de las montañas y colinas en areniscas y laderas del complejo sedimentario en areniscas cuarzosas, limolitas silíceas, calizas, chert y shales.

Esta geoforma se encuentra en las veredas Contreras, Gallego, La Cañada, Pedregal, Primavera y Santa Lucía. Su pendiente es plana a moderadamente inclinada (0-12 %) y el proceso erosivo frecuente son los surcos y terracetos y patas de vaca.

- **Montañas y Colinas en Areniscas, Conglomerados Polimícticos y Arcillolitas de Color Rojo.** Estas montañas y colinas tienen una orientación dominante N20°E y están desarrolladas sobre areniscas, conglomerados polimícticos y arcillolitas rojas del Grupo Gualanday. Se localizan en el municipio de San Luis en las veredas Santa Isabel, La Laguna, La Flor, Jagua Flor, Jagua Bartolito, Paraguay, Los Ciruelos, Campoalegre, Caimital, San Antonio, Tomín, Gallego, La Meseta, La Cañada, San Anastasio y Pedregal. Se destaca dentro de este paisaje el cerro del Mohán en las veredas San Anastasio y La Cañada, de apreciable belleza paisajística.

La pendiente de esta geoforma varía de moderadamente inclinada a muy escarpada y su tipo de drenaje es subparalelo. Erosión severa con procesos erosivos acelerados por el sobre pastoreo (Terracetos y patas de vaca) y desprendimientos y caída de rocas son muy frecuentes.

- **Colinas y Lomas en Areniscas Cuarzosas y Feldespáticas, Calizas y Lutitas (Formación Caballos).** Comprende las lomas y colinas localizadas en las veredas El Salitre y Santa Isabel, al norte del municipio de San Luis. Se desarrolla sobre sedimentitas de la Formación Caballos, constituida por areniscas cuarzosas y feldespáticas, calizas y lutitas. Su pendiente varía de fuertemente inclinadas a escarpadas (12–70 %), con tipo de drenaje subparalelo, el proceso erosivo más común es la erosión en surcos y el proceso de remoción en masa frecuente es el desprendimiento y caída de rocas.
- **Colinas y Lomas en Chert, Shales, Calizas y Limolitas.** Desarrolladas sobre sedimentitas de la Formación Villeta (Ksv), el Grupo Olini (Kso) y Formación La Tabla (Kslt). En el territorio sanluisense esta geoforma se halla en las veredas Santa Isabel, El Puño, Tomín y Guadalajara. La pendiente es ligeramente plana a moderadamente inclinada (5-12 %) y los procesos erosivos imperantes son la erosión laminar y en surcos.
- **Colinas y lomas en Arcillolitas de Color Rojo.** Corresponde a lomas y colinas con laderas inclinadas a moderadamente escarpadas (12-50 %) desarrolladas sobre arcillolitas de la Formación Gualanday Medio (PgGm). Se localizan en las veredas Campoalegre, Caimital, San Antonio, Patio Bonito, La Cañada, San Anastasio, Primavera y Pedregal. Las arcillas de esta unidad geomorfológica son fácilmente erodadas por el pastoreo, siendo comunes la erosión laminar y en surcos y las terracetos y patas de vaca.

Geoformas de Relieve de Lomerío

Corresponden a áreas de lomas que cubren amplias superficies sin una dirección clara y son provenientes de la denudación de llanuras agradacionales o del aplanamiento diferencial de anteriores cordilleras. Para el caso del municipio de San Luis se identificó la geoforma correspondiente a altillanuras, provenientes de la degradación de antiguas llanuras

agradacionales, dándoles el nombre de altillanuras degradadas, siguiendo la clasificación de Villota (1991).

- **Altillanura degradada en Areniscas, Arcillolitas y Niveles Conglomeráticos de Color Gris-Verdoso Predominante.** Corresponde a una unidad de relieve que comprende antiguas llanuras agradacionales de origen aluvial-diluvial, fluvio-volcánica y quizás lacustre. Están constituidas por estratos horizontales a subhorizontales de areniscas, arcillolitas y niveles conglomeráticos de color gris-verdoso del Grupo Honda. Esta unidad geomorfológica ocupa las veredas Payandé, El Salitre, El Hobo, Guadalajara, Luisa García, Cordialidad, Dindal y Malnombre.

Tiene una pendiente ligeramente plana a muy fuertemente inclinada (0-30 %). El drenaje desarrollado es escaso y se restringe a pequeños surcos ocasionados por la escorrentía superficial, que en algunos casos se han convertido en cárcavas pequeñas. La erosión en esta unidad geomorfológica varía de moderada a severa, representada por erosión laminar, en surcos y cárcavas, y terraceo producido por el ganado.

Geoformas Agradacionales

Formas originadas por procesos geomorfológicos constructivos, a través de la depositación y acumulación de materiales sólidos resultantes de la denudación de relieves más elevados. En el municipio de San Luis se identificaron tres geoformas correspondientes a procesos agradacionales: abanicos diluviales, coluvios y valles aluviales.

- **Abanicos Diluviales.** Se forman por sucesivos depósitos de flujos de lodo, bastante fluidos, que emergen de valles estrechos a zonas relativamente planas y amplias; se caracterizan por la presencia de materiales heterométricos pobremente sorteados que incluyen material de suelo y fragmentos de roca subangulares hasta redondeados. La distribución es caótica, irregular, dispuestos como un depósito único o como capas espesas, a menudo con intercalaciones de aluviones u otros materiales alóctonos. La composición es generalmente heterogénea.
- **Abanico de Ibagué** en conglomerados con cantos de rocas ígneas extrusivas e intrusivas y metamórficas en una matriz arenácea. Está localizado al norte del municipio de San Luis en las veredas El Salitre, El Hobo, Santa Isabel y La Laguna. El Abanico de Ibagué es un depósito de origen volcano-sedimentario originado por la actividad del Volcán Nevado del Tolima en el Cuaternario. Está conformado por intercalaciones, de espesor variable, de gravas de composición variable, arenas y lodolitas, dispuestas en estratos horizontales a subhorizontales con ligera inclinación hacia el este. Tiene una pendiente fuertemente inclinada a escarpada (12-70 %), un drenaje subparalelo y se identificaron, como procesos de remoción en masa, caídas de bloques y desprendimientos en el borde del talud que da contra el río Coello.
- **Abanico formado por flujos hiperconcentrados del Volcán Cerro Machín** con capas de origen fluvial y/o lacustre. El Abanico formado por depósitos volcano-sedimentarios del Volcán Cerro Machín abarca la mayor parte del territorio municipal (28,84 %) y se localiza en las veredas El Hobo, Santa Isabel, Caracolí,

La Flor, Jagua Flor, Jagua Bartolito, Contreras, Paraguay, El Puño, Tomín, Chicualí, Los Ciruelos, San Cayetano, Piedras Blancas, Guacimito, Buenos Aires, Campoalegre, Caimital, San Antonio, Patio Bonito, Gallego, Pedregal, Guadalajara, Luisa García, La Aurora, Cordialidad, Limonar, Dindal y Malnombre, la cabecera municipal de San Luis y el centro poblado de Payandé.

Valles Aluviales

De acuerdo con la definición de Zinck (1980, en Villota, 1991), corresponde a una porción de espacio alargada, relativamente plana y estrecha, intercalada entre dos áreas de relieve más alto y que tiene como eje un curso de agua. El relieve encajante puede ser cordilleras, colinas o planicies a través de los cuales el valle deposicional se va entallando. Los aportes para el relleno del valle son tanto longitudinales como laterales de pequeña magnitud. Dentro del valle aluvial pueden existir subunidades como la llanura de inundación, uno o varios niveles de terraza, escarpes y/o taludes de terraza, que muchas veces por la escala de mapeo no pueden ser separados cartográficamente.

En el municipio de San Luis se identificaron valles aluviales, correspondientes a los ríos Coello, Luisa, Cucuana y Saldaña, las quebradas El Salado, Mercader, Los Iguaces, Arenosa (vereda Jagua-La Flor), Pedregosa, La Flor, La Jagua, Lemayacito, Lemaya, Arenosa, Pava, El Iguá, Cucharó, Ladroño, Calzón, Dindales, Mal Nombre, Chipalo (al suroeste de San Luis), Chicualí, Varejonal, Salada, Colorada Grande, Tomín, Calica, El Común, La Gallego, Cañada y otras quebradas sin nombre. La mayoría de estos valles están encajonados entre planicies constituidas por el Abanico formado por flujos hiperconcentrados del Volcán Cerro Machín con capas de origen fluvial y/o lacustre. Tienen una pendiente plana a moderadamente escarpada (0-50 %) y el proceso erosivo importante se destaca la socavación lateral de las paredes del valle y bordes de terrazas, que ocasionan desprendimientos y desplomes.

Coluvios. Son acumulaciones o depósitos de materiales heterogéneos de variado tamaño sobre rellanos y base de las laderas de montañas, colinas, lomas y escarpes, ocasionadas por fenómenos de remoción en masa en los cuales hay traslocación de detritos por acción gravitacional e hidrogravitacional y su composición varía de acuerdo a la litología dominante en cada sector (VILLOTA, 1991).

Estos coluvios corresponden a la unidad geológica cartografiada como depósitos coluviales (Qc) y se localizan en las veredas La Laguna, Jagua Bartolito, Contreras, El Puño, Guacimito, Campoalegre, Caimital, Gallego, La Cañada, Guadalajara y Luisa García. Están distribuidos en la base de los Espinazos en areniscas cuarzosas, limolitas silíceas, shales, calizas y chert; Complejo sedimentario en areniscas cuarzosas, limolitas silíceas, calizas, chert y shales y de las Montañas y colinas en areniscas, conglomerados polimícticos y arcillolitas de color rojo. Tienen una pendiente plana a ligeramente inclinada (0-5 %) y los procesos erosivos observados son la erosión laminar y en surcos.

Área de Influencia Directa

El lote está cubierto por el Abanico de flujos del volcán cerro Machín, de pendiente plana a ligeramente plana (0-5 %), drenaje subdendrítico de baja densidad con valles angostos, poco

profundos y sinuosos. Su origen está relacionado con las erupciones explosivas del Holoceno (últimos 10.000 años de historia de La Tierra) del Volcán Cerro Machín, por lo que se caracteriza por una relativa homogeneidad composicional. Los procesos erosivos identificados en esta unidad son de tipo laminar y surcos.

3.2.3 Suelos

3.2.3.1 Área de Influencia Indirecta

Asociación Typic Ustropepts - Lithic Ustorthents.

Esta unidad de suelos se localiza en las veredas La Flor, Jagua Bartolito, Contreras, Paraguay y el Puño; con una extensión de 248.1 Ha, que corresponde al 0.6% del área total del municipio. La unidad es una asociación integrada por suelos Typic Ustropepts en un 50%, Lithic Ustorthents en un 30% y Typic Ustorthents en un 15%. De acuerdo con la pendiente y el grado de erosión, se presentan las siguientes fases:

- CSaA3.1cd2: Pendientes del 12-30% y del 30-50% con erosión moderada.
- CSaA3.1de2: Pendientes del 30 - 50% y del 50 - 70% con erosión moderada.

Características Principales de los Suelos

Son suelos superficiales, moderadamente drenados, el uso y la cobertura actual son rastrojo (Ra) y pastos manejados (Pm), potreros rastrojados (Pr) utilizados en ganadería extensiva; se observan procesos erosivos de grado moderado como surcos y cárcavas en algunos sectores, posiblemente debido al uso que se le da a estos suelos.

El perfil presenta una secuencia de horizontes A/B/C; el A es de color pardo oscuro menor de 30 cm de espesor, textura arcillosa y estructura moderada; el B, es de color pardo grisáceo oscuro con algunas manchas rojizas de 40 a 50 cm de profundidad, textura arcillosa y estructura poco desarrollada y el C presenta colores rojos, grises y amarillos, también es de textura arcillosa.

Son suelos ligeramente ácidos a neutros, bajos en materia orgánica, de capacidad catiónica de cambio alta, saturación total de bases muy alta, saturaciones de calcio y magnesio muy alta, fósforo disponible para las plantas muy bajo; la fertilidad es media. Subpaisaje Laderas Erosionales Fuertemente Inclinadas a Escarpadas con Erosión Moderada.

Asociación Typic Ustropepts - Lithic Ustorthents.

En el municipio esta unidad de suelos se localiza en las veredas La Flor, Jagua Bartolito, Contreras y El Puño; con una extensión de 227.5 Ha que corresponde al 0.55% del área total del municipio. La unidad es una asociación integrada por los suelos Typic Ustropepts en un 50%, Lithic Ustorthents en un 40% y Typic Ustorthents en un 10%. De acuerdo con la pendiente y el grado de erosión, se presentan las siguientes fases:

- CSaA3.2c2: Pendientes del 12 - 30% con erosión moderada.
- CSaA3.2cd2: Pendientes del 12-30% y del 30-50% con erosión moderada.
- CSaA3.2de2: Pendientes del 30 - 50% y del 50 - 70% con erosión moderada.

Características Principales de los Suelos

Suelos superficiales, moderadamente drenados, en las áreas de mayor pendiente se observa la incidencia de procesos erosivos de grado moderado; el uso y la cobertura actual son pastos manejados (Pm) y potreros rastrojados (Pr) dedicados a la ganadería extensiva, algunos sectores con rastrojo (Ra) y cultivos Permanentes (Cp) principalmente frutales.

El perfil presenta una secuencia de horizontes A/B/C, el A es de color pardo oscuro de 10 cm de espesor, textura arcillosa y estructura moderada; el B es de color pardo grisáceo oscuro con algunas manchas rojizas menor de 50 cm de profundidad, textura arcillosa y estructura poco desarrollada y el C presenta colores rojos, grises y amarillos y también es de textura arcillosa.

Son suelos ligeramente ácidos a neutros, bajos en materia orgánica, de capacidad catiónica de cambio media, saturación total de bases muy alta, saturaciones de calcio y magnesio muy alta, fósforo disponible para las plantas muy bajo; la fertilidad es media. Paisaje Valles Subsecuentes en Arcillolitas Rojo – Violáceas.

Subpaisaje Planicies Planas a Moderadamente Inclínadas con Erosión Ligera.

Consociación Vertic Ustropepts.

Esta unidad de suelos se localiza en las veredas Contreras, El Puño, Primavera, Santa Lucía y Pedregal, con una extensión de 595,50 Ha que corresponde al 1.44% del área total del municipio. La unidad es una consociación integrada por un suelo principal del subgrupo Vertic Ustropepts en un 90% y por inclusiones de Typic Ustorthents en un 10%. De acuerdo con la pendiente y el grado de erosión se presentan las siguientes fases:

- CSaA4.1a1p: Pendientes 0 - 5% con erosión ligera.
- CSaA4.1b1p: Pendientes 5 - 12% con erosión ligera.

Características Principales de los Suelos

Suelos superficiales a moderadamente profundos, drenaje moderado, con erosión ligera; presentan un uso y cobertura actual en pastos manejados (Pm), potreros rastrojados dedicados a la ganadería semintensiva, algunos relictos de bosque secundario (Bs) en las márgenes de cauces naturales y cultivos semestrales (Cs) y permanentes (Cp) como maíz, sorgo, tabaco y aguacate.

El perfil presenta una secuencia de horizontes de tipo A/B/C, el horizonte A es de color pardo rojizo de 40 cm de espesor, textura arcillosa con gravilla y cascajo; estructura en bloques subangulares medios; el horizonte B es de color rojo amarillento de 60 cm de

espesor, textura arcillosa con gravilla y cascajo, estructura blocosa; el horizonte C, de color amarillento parduzco a rojo oscuro, de textura arcillosa y sin estructura.

Son suelos ligeramente ácidos a casi neutros, capacidad catiónica de cambio, bases totales y saturación de bases altas, contenido de materia orgánica y fósforo disponible para las plantas; la fertilidad es moderada.

Asociación Lithic Ustorthents - Typic Ustorthents.

En el municipio esta unidad de suelos se localiza en las veredas Santa Lucía, Guasimito, Buenos Aires, Pedregal, Luisa García, La Aurora, Campoalegre, Caimital y Guadalajara, en una extensión de 1.794.8 Ha. que corresponde al 4.34% del área total del municipio. La unidad es una Asociación integrada por los suelos Lithic Ustorthents en un 50%, Typic Ustorthents en un 30% y por inclusiones de no suelo en un 20%. De acuerdo con la pendiente y el grado de erosión se presentan las siguientes fases:

- CSaA5.1cd2: Pendientes del 12 - 30% y del 30 - 50% con erosión moderada.
- CSaA5.1de2: Pendientes del 30 - 50% y del 50 - 70% con erosión moderada.
- CSaA5.1de3: Pendientes del 30 - 50% y del 50 - 70% con erosión severa.
- CSaA5.1ef2: Pendientes del 50 - 70% y mayores del 70% con erosión moderada.

Características Principales de los Suelos

Suelos superficiales a muy superficiales, bien drenados, el uso y la cobertura actual son pastos manejados (Pm), potreros rastrojados (Pr), rastrojo (Ra), relictos de bosque secundario (Bs) y cultivos semestrales como maíz tradicional; siendo la ganadería extensiva el principal uso, favoreciendo la incidencia en algunos sectores de procesos erosivos de grado moderado a severo.

Presentan un perfil tipo A/C, el A, es de color pardo grisáceo menor de 10 cm de profundidad y de textura arcillosa, el C es de color gris oscuro y de textura arcillosa gravillosa con características muy parecidas al material parental. Son suelos muy ácidos, de capacidad catiónica de cambio alta, saturación de bases alta, contenido de materia orgánica media y fósforo disponible para las plantas muy bajo; la fertilidad es baja.

Asociación Lithic Ustorthents - Typic Ustorthents.

Esta unidad de suelos se localiza en las veredas Guacimito, Luisa García, Guadalajara, Pedregal y Santa Lucía; en una extensión de 628.6 Ha que corresponde al 1.52% del área total del municipio. La unidad es una asociación integrada por los suelos Lithic Ustorthents en un 60%, suelos Typic Ustorthents en un 30% y por inclusiones de no suelo en un 10%. De acuerdo con la pendiente y el grado de erosión se presentan las siguientes fases:

- CSaA5.2b2: Pendientes del 5 - 12% con erosión moderada.
- CSaA5.2cd2: Pendientes del 12 - 30% y del 30 - 50% con erosión moderada.

Características Principales de los Suelos

Suelos superficiales a muy superficiales, bien drenados, con procesos erosivos de grado moderado; el uso y la cobertura actual son pastos manejados (Pm) y potreros rastrojados (Pr) dedicados a la ganadería semintensiva, rastrojo (Ra), algunos relictos de bosque secundario (Bs), cultivos semestrales (Cs) como maíz tradicional y algunos sectores en tierras eriales (Te).

Asociación Typic Haplusterts - Udic Ustorthents.

En el municipio esta unidad se encuentra en las veredas El Puño, Tomín, Santa Lucía y Guadalajara; en una extensión de 78.6 Ha. que corresponde al 0,19% del área total del municipio. La unidad es una asociación integrada por los suelos Typic Haplusterts en un 60%, suelos Udic Ustorthents en un 40%. De acuerdo con la pendiente, la erosión y la pedregosidad se presenta la siguiente fase:

- CSaA6.1b1p: Pendientes del 5 – 12% con erosión ligera.

Características Principales de los Suelos

Son superficiales a moderadamente profundos, bien drenados, limitados por la roca parental; presentan erosión ligera y en algunos sectores se observan afloramiento de rocas; el uso y la cobertura actual son potreros rastrojados (Pr) dedicados a la ganadería extensiva, rastros, cultivos semestrales (Cs) como maíz tradicional y algunos sectores con tierras eriales (Te). El perfil presenta una secuencia de horizontes tipo A/B/C de color gris oscuro en la superficie y pardo oscuro hacia la profundidad, de textura arcillosa, bien drenados; con abundante gravilla fina; estructura en bloques subangulares medios y gruesos. Son suelos ácidos a ligeramente ácidos, capacidad catiónica de cambio alta, mediano contenido de materia orgánica, fósforo disponible para las planta bajo y de fertilidad moderada.

Consociación Vertic Ustrophepts - Typic Ustorthents.

Esta unidad de suelos se localiza en las veredas Patio bonito, San Antonio, Campoalegre, La Cañada, Pedregal, Primavera, Caimital y San Anastasio; con una extensión de 2191.8 Ha. que corresponde al 5.3% del área total del municipio. La unidad es una consociación integrada por un suelo principal, del subgrupo Vertic Ustrophepts en un 90% y por inclusiones de Typic Ustorthents en un 10%. Según la pendiente y el grado de erosión se presentan las siguientes fases:

- CSaA7.1b1: Pendientes del 5 – 12 % con erosión ligera.
- CSaA7.1cd2: Pendientes del 12- 30% y del 30 - 50% con erosión moderada.

Características Principales de los Suelos

Suelos superficiales a moderadamente profundos limitados en su profundidad por arcilla compacta, bien drenados, presentan procesos erosivos de grado ligero a moderado como erosión laminar principalmente; el uso y la cobertura actual son pastos manejados (Pm) y potreros rastrojados (Pr) dedicados a la ganadería extensiva, algunos sectores con rastrojo (Ra), cultivos semestrales (Cs) como maíz tradicional y algunos sectores con tierras eriales.

Presentan una secuencia en el perfil tipo A/B/C; el horizonte A es de color pardo rojizo de 20 cm de espesor, textura arcillosa, estructura en bloques subangulares medios; el B y C son de colores rojizos a amarillento rojizo y también de textura arcillosa. Son suelos ligeramente ácidos a casi neutros, capacidad catiónica de cambio, bases totales y saturación de bases alta, fósforo disponible para las plantas bajo y de fertilidad moderada.

Asociación Typic Ustropepts - Lithic Ustorthents.

Esta unidad de suelos se localiza en las veredas La Laguna, Tomín, Campoalegre, Caimital, San Antonio, San Anastasio, La Cañada, Pedregal, Primavera y Santa Lucía; en una extensión de 487.9 Ha. que corresponde al 1.18% del área total del municipio. La unidad es una asociación integrada por los suelos Typic Ustropepts en un 50%, Lithic Ustorthents en un 40% e inclusiones de Typic Ustorthents en un 10%. De acuerdo con la pendiente y el grado de erosión se presentan las siguientes fases:

- CSaA8.1cd2: Pendientes del 12 – 30% y del 30 - 50% con erosión moderada.
- CSaA8.1ef2: Pendientes del 50 – 70% y mayores del 70% con erosión moderada.

Características Principales de los Suelos

Superficiales, moderadamente drenados, afectados por erosión moderada como surcos y cárcavas lo cual limita su uso; el uso y la cobertura actual son pastos manejado (Pm) y potreros rastrojados (Pr) dedicados a la ganadería extensiva, algunos sectores con rastrojo (Ra), tierras eriales (Te) y cultivos semestrales como maíz tradicional.

El perfil presenta una secuencia de horizontes A/B/C; el horizonte A es de color pardo oscuro menor de 15 cm de espesor, de textura arcillosa y estructura moderada; el B de 40 cm de espesor, es de color pardo grisáceo oscuro con algunas manchas rojizas, textura arcillosa y estructura poco desarrollada y el C presenta colores rojos, grises y amarillos y también es de textura arcillosa. Son suelos ligeramente ácidos a neutros, bajos en materia orgánica, de capacidad catiónica de cambio alta, saturación total de bases muy alta, saturaciones de calcio y magnesio muy alta, fósforo disponible para las plantas muy bajo; la fertilidad es media.

Asociación Typic Ustorthents - Lithic Ustorthents.

Esta unidad de suelos se localiza en las veredas La Laguna, Santa Isabel, Jagua – Flor, Jagua – Bartolito, Paraguay, Los Ciruelos, San Antonio, La Cañada, San Anastasio, Pedregal y Primavera; en una extensión de 1583.7 Ha que corresponde al 3.83% del área total del municipio. La unidad es una asociación integrada por los suelos Typic Ustorthents en un 60%, Lithic Ustorthents en un 30% y Typic Ustropepts en un 10%. Según la pendiente y el grado de erosión se presentan las siguientes fases:

- CSaA8.2b2: Pendientes del 5 - 12% con erosión moderada.
- CSaA8.2c2: Pendientes del 12 - 30% con erosión moderada.
- CSaA8.2c3: Pendientes del 12 - 30% con erosión severa.
- CSaA8.2cd2: Pendientes del 12 - 30% y del 30 - 50% con erosión moderada.
- CSaA8.2cd3: Pendientes del 12 - 30% y del 30 - 50% con erosión severa.

- CSaA8.2de2: Pendientes del 30 - 50% y del 50 - 70% con erosión moderada.
- CSaA8.2ef3: Pendientes del 30 - 50% y del 50 - 70% con erosión severa.

Características Principales de los Suelos

Suelos muy superficiales, excesivamente drenados, presentan erosión de grado moderado a severo en algunos sectores; el uso y la cobertura vegetal actual son pasto natural (Pn), pastos manejados, potreros rastrojados dedicados a la ganadería extensiva, rastrojo (Ra) como cobertura de protección principalmente, cultivos permanentes como frutales, algunos relictos de bosque secundario y en tierras eriales.

El perfil presenta una secuencia de horizontes A/B/C; el horizonte A es menor de 30 cm de espesor, de color pardo oscuro a pardo grisáceo, de textura franco arenosa arcillosa y estructura débil; el horizonte B es de color pardo grisáceo oscuro y con algunas manchas rojizas, grises y amarillas hacia la profundidad. Son suelos ligeramente ácidos a neutros, materia orgánica muy baja, capacidad catiónica de cambio media, saturación total de bases muy alta y fósforo asimilable para las plantas bajo; la fertilidad es muy baja.

Asociación lithic ustorthents – typic ustorthents.

Esta unidad de suelos se localiza en las veredas Guadalajara, Luisa García, Cordialidad, Dindal, y Malnombre con una extensión de 471.4 Ha. que corresponde al 1.14% del área total del municipio. Esta unidad es una asociación integrada por los suelos Lithic Ustorthents en un 40%, Typic Ustorthents en un 35% y afloramiento rocosos en un 15%. Según la pendiente y el grado de erosión, se presentan las siguientes fases:

- CSaB1.1a3p: Pendientes del 0 – 5% con erosión severa.

Características Principales de los Suelos

Suelos muy superficiales con presencia de gravilla en la superficie, limitados en su profundidad por el material parental, bien drenados, presentan erosión de grado severo en algunos sectores; el uso y la cobertura actual son pastos manejados (Pm), potreros rastrojados (Pr) dedicados a la ganadería semintensiva, bosque secundario (Bs), rastrojo (Ra) y cultivos semestrales (Cs) y permanentes (Cp) como maíz, sorgo y frutales.

El perfil presenta una secuencia de horizonte A/C, el horizonte A es menor de 15 cm de profundidad, de color gris oscuro, textura franco arcillo gravilosa y estructura blocosa poco desarrollada; el horizonte C es de color oliva a pardo oliva, de textura franco arenosa de consistencia muy compacta. Son suelos casi neutros, bajos en materia orgánica, de mediana capacidad catiónica de cambio, saturación total de bases muy alta, saturación de calcio y magnesio muy altas; fósforo disponible para las plantas muy bajo y fertilidad baja.

Consociación Typic Haplustalfs.

Esta unidad de suelos se localiza en la parte norte del municipio, en las veredas Santa Isabel y La Laguna; con una extensión de 66.3 Ha. que corresponde al 0.16% del área total del municipio. La unidad es una consociación integrada por un suelo principal Typic Haplustalfs en un 80%, Typic Ustorthents en un 15% y Fluventic Ustropepts en un 5%. Según la pendiente y el grado de erosión se presentan las siguientes fases:

- CSaC1.1cd1p: Pendientes del 12 - 30% y del 30 - 50% con erosión ligera.
- CSaC1.1de1: Pendientes del 30 - 50 y del 50 - 70% con erosión ligera.

Características Principales de los Suelos

Suelos moderadamente profundos, bien drenados, presentan procesos erosivos de grado ligero de tipo laminar y en algunos sectores se observan pedregosidad superficial; la cobertura actual es pasto natural, pasto manejado, rastrojos (Ra), pequeñas áreas con relictos de bosque secundario (Bs) y en algunos sectores tierras eriales.

El perfil presenta una secuencia de horizonte A/B/C predominando los colores pardo oscuro de textura franco arcillosa; Son suelos ácidos a neutros, bajos en materia orgánica, de capacidad catiónica de cambio media, saturación total de bases alta, saturaciones de calcio y magnesio altas, fósforo disponible para las plantas medio y fertilidad media.

Asociación Typic Ustorthents - Lithic Ustorthents – Typic Natrustalfs.

Es una de las unidades de mayor extensión en el municipio, se presenta de Norte a Sur, localizándose en las veredas Santa Isabel, La Flor, Jagua - Flor, Jagua - Bartolito, Paraguay, Contreras, El Puño, Tomín, Chicualí, San Cayetano, Los Ciruelos, Piedras Blancas, Guacimito, San Antonio, Buenos Aires, Campoalegre, Caimital, Patio Bonito, Gallego, La Aurora, Luisa García, Santa Lucía, Guadalajara, Cordialidad, Limonar, Dindal y Malnombre; con una extensión de 9.366.9 Ha. que corresponde al 22.65% del área total del municipio. La unidad es una asociación integrada por los suelos Typic Ustorthents en un 40%, Lithic Ustorthents en un 30% y Typic Natrustalfs en un 20%. De acuerdo con la pendiente y el grado de erosión se presentan las siguientes fases:

- CSaC2.1a1: Pendientes del 0 - 5 % con erosión ligera.
- CSaC2.1b1: Pendientes del 5 -12% con erosión ligera.
- CSaC2.1cd1: Pendientes del 12 - 30% y del 30 -50% con erosión ligera.

Características Principales de los Suelos

Suelos superficiales debido a la aparición de tobas volcánicas endurecidas a los pocos centímetros de profundidad, bien drenados, afectados por erosión de grado ligero y por fenómenos de escurrimiento difuso y concentrado que dan origen a surcos y cárcavas; en algunos sectores principalmente hacia el sur del municipio, se observa la formación de manchas o calvas debido a la presencia de una capa superficial endurecida.

El uso y la cobertura actual son pastos manejados (Pm), potreros rastrojados (Pr), dedicados a la ganadería semintensiva, rastrojo (Ra), cultivos semestrales (Cs) como maíz, algodón, sorgo y ajonjolí; cultivos semipermanentes y permanentes como yuca, tabaco, plátano y frutales; cultivos misceláneos que asemejan arreglos agroforestales (Af) y pequeñas áreas con relictos de bosque secundario (Bs).

En esta unidad de suelos se levantó el Perfil No.14 en la vereda La Aurora, el cual presenta una secuencia de horizontes A/C, el horizonte A es menor de 10 cm de profundidad, de color gris oscuro, de textura franco arenosa, de estructura blocosa débilmente desarrollada; el horizonte C es de color gris muy claro con presencia de abundantes tobas en una matriz arenosa. Son suelos ligeramente ácidos con abundante carbonatos, alto contenido de materia orgánica, bajos en capacidad catiónica de cambio, saturación total de bases alta, saturación de calcio y potasio alta; disponibilidad de fósforo para las plantas alto y de fertilidad moderada a baja.

Grupo Indiferenciado Typic Ustropepts - Fluventic Ustropepts.

Esta unidad de suelos se localiza en el municipio en las veredas Santa Isabel, La Laguna, La Flor, Jagua - Flor, Jagua - Bartolito, Contreras, Paraguay, El Puño, San Cayetano, Piedras Blancas, Tomín, San Antonio, Patio Bonito, Caimital, Campoalegre, Guacimito, Buenos Aires, Luisa García, Pedregal, Gallego, La Cañada, Santa Lucía, La Aurora, San Anastasio, Guadalajara, Limonar, Cordialidad, Dindal y Malnombre; con una extensión de 5.301.8 Ha. que corresponde al 12.82% del área total del municipio. La unidad es un grupo indiferenciado integrada por los suelos Typic Ustropepts en un 50%. Y Fluventic Ustropepts en un 50%. De acuerdo con la pendiente y el grado de erosión se presentan las siguientes fases:

- CSaD1.1a: Pendientes del 0 - 5% sin erosión aparente.
- CSaD1.1bp: Pendientes del 5 - 12% sin erosión aparente con presencia de piedras.

Características Principales de los Suelos

Suelos profundos a moderadamente profundos, conformados por limos, arenas y gravas provenientes de los desbordamientos de los ríos Coello, Luisa; Cucuana y Saldaña; bien drenados, no presentan erosión; el uso y la cobertura actual son cultivos semestrales (Cs) como maíz, algodón, sorgo y arroz, cultivos permanentes (Cp) como plátano; se presentan también rastrojo (Ra), Pastos manejados dedicados a la ganadería semintensiva, potreros rastrojados (Pr) y algunas áreas con relictos de bosque secundario (Bs)

En esta unidad fisiográfica se levantaron los perfiles No.4 (Vda. Paraguay) en el río Luisa, No.5 (Vda. Santa Isabel) en el río Coello, No.7 (Vda. Guadalajara) en el río Cucuana, No.10 (Vda. Contreras) en la Qda Chipalo y No.11 (Vda. Tomín) en la Qda La Común.

El perfil presenta una secuencia de horizontes A/B/C; el horizonte A presenta espesores entre 40 – 1,50 cm de profundidad, de colores pardo muy oscuro a pardo claro, de textura franco arenosa y estructura blocosa; el horizonte B, es de color pardo

amarillento de 40 – 60 cm de profundidad y textura arenosa; el horizonte C está conformado por material pétreo aluvial de arena, gravas y cantos de rocas rodados. Son suelos ligeramente ácidos a neutros, contenido de materia orgánica de medio a alto, de capacidad catiónica de cambio alta, bases totales, saturación total y fósforo disponible para las plantas alto; la fertilidad es moderada.

Consociación Typic Ustropepts.

Esta unidad de suelos se presenta en el municipio en las veredas La Laguna, Paraguay, Chicualí, Los Ciruelos, San Cayetano, Buenos Aires, Campoalegre, Guadalajara, Dindal y Malnombre; con una extensión de 1.000,9 Ha que corresponde al 2,42% del área total del municipio. La unidad es una consociación integrada por un suelo principal Typic Ustropepts en un 90% y por un suelo similar Fluventic Ustropepts en un 10%. De acuerdo con la pendiente y el grado de erosión se presenta las siguientes fases:

- CSaD2.1a: Pendientes del 0 - 5% sin erosión aparente.
- CSaD2.1b1p: Pendientes del 5 - 12% sin erosión aparente con presencia de piedras.

Características Principales de los Suelos

Suelos moderadamente profundos, bien drenados, sin erosión aparente, originados de depósitos aluviales de limos, arenas y gravas de los ríos Coello, Luisa, Cucuana y Saldaña; el uso y la cobertura actual son pastos manejados (Pm) y potreros rastrojados dedicados a la ganadería semintensiva, rastrojo (Ra) y en algunos sectores cultivos semestrales (Cs) como maíz, sorgo, arroz en rotación con sorgo.

En esta unidad se levantó el perfil de suelos No. 6, el cual presenta una secuencia de horizontes A/B/C, el horizonte A presenta 30,00 cm de espesor, de colores pardo oscuro a pardo fuerte, textura franco arenosa, estructura blocosa; el horizonte B alcanza los 90 cm de profundidad, de color pardo claro, de textura franco arenosa limosa y descansa sobre el horizonte C de color pardo muy claro que posee niveles de arena y gravas. Son suelos ligeramente ácido, contenido de materia orgánica baja, capacidad catiónica de cambio media, saturación total de bases muy alta, sodio normal, fósforo disponible para las plantas medio y de fertilidad moderada.

Grupo Indiferenciado Typic Ustifluvents – Vertic Haplustalfs.

Esta unidad de suelos se localiza en las veredas La Laguna, Jagua – Bartolito, Contreras, El Puño, Campoalegre, Guacimito, Luisa García y La Aurora; con una extensión de 405.3 Ha que corresponde al 0.98% del área total del municipio. La unidad es un grupo indiferenciado integrado por los suelos Typic Ustifluvents en un 50%, Vertic Haplustalfs en un 30% y Typic Ustipsamments en un 20%. De acuerdo a la pendiente y el grado de erosión se presentan las siguientes fases:

- CSaE1.1ap: Pendientes del 0 - 5% sin erosión aparente, con presencia de piedras.

Características Principales de los Suelos

Suelos moderadamente profundos, bien drenados, sin erosión aparente, el uso y la cobertura actual son pastos manejados (Pm) con ganadería semintensiva, potreros rastrojados (Pr), rastrojo (Ra) y cultivos semestrales (Cs) y permanentes (Cp) como maíz tradicional, sorgo, ajonjolí, patilla y frutales.

El perfil presenta una secuencia de horizontes A/B/C, el horizonte A que es menor de 30,0 cm de profundidad, es de color pardo muy oscuro y textura franco arcillosa con gravilla, conservando en gran parte las características del material parental que los ha formado. El horizonte B es de 40 – 60 cm de profundidad, de color pardo grisáceo y presenta cantos heterométricos; el horizonte C prácticamente está conformado por material parental proveniente de antiguas remociones. Son suelos ácidos, de mediano contenido de materia orgánica, contenido de intercambio catiónico alto, fósforo disponible para las plantas bajo y de fertilidad baja.

Asociación Typic Ustorthents - Lithic Ustorthents.

Esta unidad de suelos se presenta en el Noroeste del municipio en la vereda Payandé con una extensión de solamente de 70.3 Ha. que corresponde al 0.17% del área total del municipio. La unidad es una asociación integrada por los suelos Typic Ustorthents en un 60% y Lithic Ustorthents en un 40%. De acuerdo con la pendiente y el grado de erosión, se presentan las siguientes fases:

- CShF1.1cd1: Pendientes 12 – 30% y del 30 – 50% con erosión ligera.
- CShF1.1ef1: Pendientes 50 – 70% y mayores del 70% con erosión ligera.

Características Principales de los Suelos

Suelos superficiales a muy superficiales limitados por las anfíbolitas y neises, bien drenados, presentan procesos erosivos de grado ligero; actualmente están dedicados a la ganadería extensiva con pastos manejados (Pm) y potreros rastrojados (Pr); así como también, algunas áreas con rastrojo (Ra) y bosque secundario (Bs)

El perfil presenta una secuencia de horizontes A/B/C, de colores pardo oscuro en la superficie a rojo amarillento con manchas grises hacia la profundidad, textura franco arcillosa gravilosa y estructura gruesa. Son suelos ácidos, bajos en materia orgánica, capacidad catiónica de cambio media, saturación total de bases alta, saturación de potasio media y disponibilidad de fósforo muy baja. La fertilidad es moderada a baja.

Asociación Typic Ustropepts – Lithic Ustorthents.

Esta unidad de suelos se encuentra en el Norte del Municipio en las veredas Payandé, Porvenir, El Salitre y El Hobo; con una extensión de 723.6 Ha que corresponde al 1.75% del área total del municipio. La unidad es una asociación integrada por los suelos Typic Ustropepts en un 60% y Lithic Ustorthents en un 30%. De acuerdo con la pendiente y el grado de erosión se presentan las siguientes fases:

- CShF2.1b2: Pendientes del 5 – 12 con erosión moderada.
- CShF2.1c3: Pendientes del 12 – 30% con erosión severa.

- CShF2.1cd2: Pendientes del 12 – 30% y del 30 – 50% con erosión moderada.
- CShF2.1de2: Pendientes del 30 – 50% y del 50 – 70% con erosión moderada.
- CShF2.1ef2: Pendientes del 30 – 50% y mayores del 70% con erosión moderada.

Características Principales de los Suelos

Suelos superficiales, bien drenados, presentan erosión de grado moderado a severo como surcos y cárcavas; el uso y la cobertura actual son potreros rastrojados (Pr) y pequeñas áreas con pastos manejados (Pm) dedicados a la ganadería extensiva; rastrojo (Ra) con algunos relictos de bosque secundario (Bs), pequeñas áreas de cultivos asociados de pan coger que asemejan sistemas agroforestales (Af), gran minería en explotación de calizas y sectores con tierras eriales (Te).

En esta unidad se levantó el Perfil No. 1, el cual presentó un perfil de tipo A/C, el horizonte A es menor de 10 cm de espesor, de color pardo muy claro, textura franco arenosa y estructura granular; el horizonte C es de 150 cm de espesor y descansa sobre la roca caliza, es de color gris claro con veteados rojizos, grises y amarillentos, de textura arenosa y estructura blocosa. Son suelos neutros, con contenido de materia orgánica muy baja, capacidad de intercambio catiónico bajo, contenido de fósforo bajo, calcio muy alto y magnesio alto, la fertilidad es baja.

Asociación Ustic Dystropepts - Lithic Ustorthents.

Esta unidad de suelos se localiza encuentra en las veredas Payandé, El Salitre y El Hobo con una extensión de 727.7 Ha. que corresponde al 1.76% del área total del municipio. La unidad es una asociación integrada por los suelos Ustic Dystropepts en un 60% y Lithic Ustorthents en un 30%, el 10% restante corresponde afloramiento rocoso (no suelo). De acuerdo con la pendiente y el grado de erosión se presentan las siguientes fases:

- CShF3.1a1: Pendientes 0 – 5% con erosión ligera.
- CShF3.1b1: Pendientes 5 – 12% con erosión ligera.
- CShF3.1c1: Pendientes 12 – 30% con erosión ligera.
- CShF3.1cd2: Pendientes 12 – 30% y del 30 - 50% con erosión moderada.
- CShF3.1de2p: Pendientes 30 – 50% y del 50 – 70% con erosión moderada.
- CShF3.1ef2: Pendientes 50 – 70% y mayores del 70% con erosión moderada.

Características Principales de los Suelos

Son suelos superficiales a moderadamente profundos limitados por el material parental, bien drenados, con erosión ligera a moderada; en algunas áreas presentan gravilla y piedra en la superficie y dentro del perfil. El uso y la cobertura actual son potreros rastrojados (Pr) y pastos manejados (Pm) dedicados a la ganadería extensiva, también se presenta rastrojo (Ra), pequeñas áreas con relictos de bosque secundario (Bs), cultivos asociados de pan coger que asemejan sistemas agroforestales (Af) y sectores con tierras eriales (Te).

El manejo inadecuado de los potreros, la tala de la vegetación arbórea y arbustiva y la fragilidad del material parental, favorecen la formación de procesos erosivos de tipo ligero a moderado especialmente surcos.

El perfil presenta una secuencia A/B/C, el horizonte A es menor de 30 cm de espesor, de color pardo grisáceo, textura franco arenosa con gravilla y estructura en bloques subangulares débilmente desarrollados; el horizonte B presenta entre 100 a 120 cm de espesor, de colores pardo amarillento, de textura arcillosa y estructura en bloques medianos. El horizonte C presenta las mismas características del material parental pero débilmente meteorizado. Son suelos muy ácidos, con bajo contenido de materia orgánica, capacidad catiónica de cambio media, saturación total de bases media, fósforo disponible para las plantas muy bajo y de fertilidad moderada a baja.

Asociación Typic Troporthents - Typic Dystropepts.

Esta unidad de suelos se localiza en las veredas Payandé y El Salitre, con una extensión de 533.4 Ha. que corresponde al 1.29% del área total del municipio. La unidad es una asociación integrada por los suelos Typic Troporthents en un 80% y Typic Dystropepts en un 20%. De acuerdo con la pendiente y el grado de erosión se presentan las siguientes fases:

- CShF4.1cd2: Pendientes 12 – 30% y del 30 - 50% con erosión moderada.
- CShF4.1ef2: Pendientes 50 - 70% y mayores del 70% con erosión moderada.

Características Principales de los Suelos

Suelos muy superficiales a moderadamente profundos, bien drenados, presentan erosión de grado moderado como surcos y cárcavas; el uso y la cobertura actual son ganadería extensiva en área con pastos manejados (Pm) y potreros rastrojados (Pr), también se presenta rastrojo (Ra), bosque secundario (Bs), pequeñas áreas de cultivos asociados de pan coger que asemejan sistemas agroforestales (Af), actividad de pequeña minería (Zm), con explotación de mármol y sectores con tierras eriales (Te).

El perfil presenta una secuencia de horizontes A/B/C, el horizonte A es de 20 cm de espesor, de color pardo oscuro, textura arcillosa y estructura moderadamente desarrollada; el horizonte B presenta 60 cm de profundidad, es de color amarillento rojizo y textura arcillosa. El horizonte C es material parental altamente meteorizado, muy deleznable, de color amarillento. Son suelos ligeramente ácidos, de capacidad catiónica de cambio media, saturación total de bases baja, bajo contenido de fósforo para las plantas y de fertilidad moderada.

Asociación Lithic Ustorthents - Typic Ustorthents.

Esta unidad de suelos se localiza en las veredas Tomín y Gallego, con una extensión de 20.7 Ha. que corresponde al 0.05% del área total del municipio. La unidad es una asociación compuesta por los suelos Lithic Ustorthents en un 60% y Typic Ustorthents en un 40%. En esta unidad se separaron fases de acuerdo a la pendiente y grado de erosión:

- CShG1.1cd1: Pendientes 12 – 30% y del 30 – 50% con erosión ligera.

Características Principales de los Suelos

Superficiales a muy superficiales, limitados en su profundidad por la roca y en otras áreas por piedra y cascajo en abundancia, bien drenados; se presenta procesos erosivos de grado ligero; el uso y la cobertura actual son potreros con rastrojos (Pr) dedicados a la ganadería extensiva, sectores aislados con rastrojo (Ra) y el algunos sectores tierras eriales (Te).

El perfil presenta una secuencia de horizonte A/C, el horizonte A no alcanza los quince (15) centímetros de profundidad, de color pardo grisáceo y textura arcillosa; el horizonte C es de color gris oscuro, de textura arcillosa gravillosa.

Son suelos ligeramente ácidos a ácidos, de capacidad catiónica de cambio alta, saturación de bases totales baja, mediano contenido de materia orgánica, fósforo disponible para las plantas bajo y de fertilidad baja.

Asociación Lithic Ustorthents - Typic Ustorthents.

Esta unidad de suelos se localiza en las veredas Tomín y Gallego con una extensión de 41,3 Ha que corresponde al 0.1% del área total del municipio. La unidad es una asociación compuesta por los suelos Lithic Ustorthents en un 80% y Typic Ustorthents en un 20%. En esta unidad se presentan las siguientes fases de acuerdo con la pendiente y grado de erosión:

- CShG1.2cd1: Pendientes del 12 – 30% y del 30 – 50% con erosión ligera.
- CShG1.2ef1: Pendientes 50 – 70% y mayores del 70% con erosión ligera.

Características Principales de los Suelos

Suelos superficiales a muy superficiales, excesivamente drenados, presentan procesos erosivos de grado ligero, el uso actual es la ganadería extensiva en potreros rastrojados (Pr), pastos manejados (Pm), áreas con rastrojo (Ra) y sectores con tierras eriales (Te).

El perfil presenta una secuencia de horizonte A/C, el horizonte A es menor de 10 cm de profundidad, de color pardo grisáceo, textura arcillosa y estructura en bloques angulares gruesos; el horizonte C es de color gris oscuro, de textura arcillosa gravillosa.

Son suelos ligeramente ácidos, de capacidad catiónica de cambio alta, saturación de bases totales baja, mediano contenido de materia orgánica, fósforo disponible para las plantas muy bajo y de fertilidad baja.

Consociación Lithic Troporthents - Typic Troporthents.

Esta unidad de suelos se localiza en las veredas El Hobo, Caracolí, Gallego, Tomogó, y La Meseta; con una extensión de 1753.2 Ha que corresponde al 4.24% del área total del municipio. La unidad es una consociación compuesta por los suelos Lithic Troporthents en un 60%, Typic Troporthents en un 30% y afloramiento rocoso en un 10%. En esta unidad se presentan las siguientes fases de acuerdo con la pendiente y grado de erosión:

- CShG2.1b2: Pendientes 5- 12% sin erosión aparente.
- CShG2.1cd2: Pendientes 12- 30% y del 30- 50% con erosión moderada.
- CShG2.1ef2: Pendientes 30- 50% y mayores del 70% con erosión moderada.

Características Principales de los Suelos

Suelos muy superficiales a moderadamente profundos, bien drenados, presentan procesos erosivos de grado moderado como desprendimientos y caídas de rocas; el uso y la cobertura actual son ganadería extensiva en potreros rastrojados (Pr), pastos manejados (Pm), sectores con rastrojo (Ra); también se presenta cultivos semestrales (Cs) y permanentes (Cp) como maíz, algodón y frutales, pequeñas áreas de cultivos asociados de pan coger que asemejan sistemas agroforestales (Af), actividad de pequeña minería (Zm) en explotación de arcilla ferruginosa, relictos de bosque secundario (Bs) y sectores con tierras eriales (Te). En esta unidad se levantaron los Perfiles No. 8a (vereda Tomogó) y No.12a (vereda Caracolí). El perfil presenta una secuencia de horizonte tipo A/C, el horizonte A es de 60 cm de espesor, de colores pardo oscuro, textura franco arenosa y estructura en bloques subangulares.

Son suelos ácidos, de capacidad catiónica de cambio baja, saturación total de bases alta, aluminio normal, contenido de materia orgánica baja, fósforo disponible para las plantas bajo y fertilidad baja.

Asociación Lithic Ustorthents - Typic Ustorthents.

Esta unidad de suelos se localiza en las veredas El Puño, Tomín, Gallego, Tomogó, La Cañada y La Meseta; con una extensión de 1658 Ha que corresponde al 4.01% del área total del municipio. La unidad es una asociación compuesta por los suelos Lithic Ustorthents en un 60% y Typic Ustorthents en un 30% y afloramiento rocoso en un 10%. En esta unidad se presentan las siguientes fases de acuerdo con la pendiente y grado de erosión:

- CShG3.1c2: Pendientes 12- 30% con erosión moderada.
- CShG3.1cd2: Pendientes 12- 30% y del 30- 50% con erosión moderada.
- CShG3.1de2: Pendientes 30- 50% y del 50-70% con erosión moderada.
- CShG3.1ef2: Pendientes 50- 70% y mayores del 70% con erosión moderada.

Características Principales de los Suelos

Suelos superficiales a muy superficiales, excesivamente drenados, presentan procesos erosivos de grado moderado, el uso y la cobertura actual son ganadería extensiva en áreas de potreros rastrojados (Pr) y pastos manejados (Pm), rastrojo (Ra), cultivos semestrales (Cs) principalmente maíz tradicional, algunos relictos de bosque secundario (Bs) y sectores con tierras eriales (Te).

En esta unidad se realizó el Perfil No.8b; el cual presenta una secuencia de horizontes A/B/C, el horizonte A es de 20 cm de espesor, de color pardo oscuro y textura franco arcillosa arenosa y estructura blocosa; el horizonte B es de 50 cm de espesor, de color pardo amarillento claro, de textura franco arenosa y estructura subangular, presenta

gravas y cantos de roca del material parental; el horizonte C es de color gris claro, de textura arenosa gravillosa conformado por material parental altamente meteorizado.

Son suelos neutros, de capacidad catiónica de cambio alta, saturación de bases totales alta, alto contenido de materia orgánica, contenido de calcio excesivo, fósforo disponible para las plantas alto y de fertilidad moderada.

Asociación Lithic Ustorthents - Typic Ustorthents.

Esta unidad de suelos se localiza en las veredas Tomín y Gallego, con una extensión de 74.4 Ha. que corresponde al 0.18% del área total del municipio. La unidad es una asociación compuesta por los suelos Lithic Ustorthents en un 60% y Typic Ustorthents en un 30%. En esta unidad se presentan las siguientes fases de acuerdo con la pendiente y grado de erosión:

- CShG3.2cd2: Pendientes 12- 30% y del 30- 50% con erosión moderada.
- CShG3.2ef2: Pendientes 50- 70% y mayores del 70% con erosión moderada.

Características Principales de los Suelos

Suelos muy superficiales, excesivamente drenados, presentan procesos erosivos de grado moderado, el uso y cobertura actual es ganadería semintensiva en pastos manejados (Pm) y potreros rastrojados (Pr); en algunos sectores se presenta también pequeñas áreas con rastrojo (Ra) y tierras eriales (Te). El perfil presenta una secuencia de horizonte A/C, el horizonte A es menor de quince (15) centímetros de profundidad, de color pardo grisáceo, textura arcillosa y estructura en bloques angulares gruesos; el horizonte C es de color gris oscuro, de textura arcillosa gravillosa.

Son suelos ligeramente ácidos, de capacidad catiónica de cambio alta, saturación de bases totales baja, mediano contenido de materia orgánica, fósforo disponible para las plantas muy bajo y de fertilidad baja..

Consociación Vertic Ustrophepts - Typic Ustorthents.

Esta unidad de suelos se localiza en las veredas Gallego y La Cañada, con una extensión de 99.2 Ha. que corresponde al 0.24% del área total del municipio. La unidad es una consociación compuesta por los suelos Vertic Ustrophepts en un 90% e inclusiones de Typic Ustorthents en un 10%. De acuerdo con la pendiente y grado de erosión se presentan las siguientes fases:

- CShG4.1a1p: Pendientes 0- 5% con erosión ligera.

Características Principales de los Suelos

Suelos superficiales a moderadamente profundos, bien drenados, presentan erosión de grado ligero, el uso y la cobertura actual es ganadería semintensiva en pastos manejados (Pm) y potreros rastrojados (Pr), rastrojo (Ra), cultivos semestrales (Cs) como maíz tradicional y en algunos sectores con tierras eriales (Te). El perfil presenta una secuencia de horizontes de tipo A/B/C, el horizonte A es de color pardo rojizo de 40 cm de profundidad, de textura arcillosa con gravilla y cascajo, estructura en bloques subangulares medios; el horizonte B es de 60 cm de profundidad, color rojo

amarillento, textura arcillosa con gravilla y cascajo, estructura blocosa; el horizonte C, es de color amarillento pardusco a rojo oscuro, de textura arcillosa y sin estructura. Son suelos ligeramente ácidos, de capacidad catiónica de cambio, bases totales y saturación de bases altas, contenido de materia orgánica y fósforo disponible para las plantas bajo; la fertilidad es moderada.

Consociacion Lithic Troorthents – Typic Troorthents.

Esta unidad de suelos se localiza en las veredas El Salitre, El Hobo y Santa Isabel; con una extensión de 1203.2 Ha. que corresponde al 2.91% del área total del municipio. La unidad es una consociación integrada por un suelo principal Lithic Troorthents en un 90% e inclusiones de Typic Troorthents en un 10%. De acuerdo con la pendiente y el grado de erosión, la unidad presenta las siguientes fases:

- CShG5.1c1: Pendientes del 12 – 30% con erosión ligera.
- CShG5.1c2: Pendientes del 12 - 30% con erosión moderada.
- CShG5.1cd2: Pendientes del 12 – 30% y del 30 - 50% con erosión moderada.
- CShG5.1de2: Pendientes del 30 - 50% y del 50 - 70% con erosión moderada.

Características Principales de los Suelos

Suelos superficiales a moderadamente profundos, bien drenados, limitados por la roca parental; en algunos sectores presentan erosión ligera a moderada como surcos y pequeños afloramiento de roca; el uso y la cobertura actual son pasto manejado (Pm) y potreros rastrojados (Pr) dedicados a la ganadería extensiva, sectores con rastrojo (Ra), cultivos misceláneos (Af), relictos de bosque secundario y tierras eriales (Te) en algunos sectores.

El perfil presenta una secuencia de horizonte tipo A/C, el horizonte A es de 30 cm de espesor, de color pardo oscuro, textura franco arcillo arenosa y estructura en bloques; el horizonte C es de color pardo amarillento, de textura arenosa y estructura blocosa. Son suelos ligeramente ácidos a ácidos, de capacidad catiónica de cambio baja, saturación total de bases baja, materia orgánica, fósforo disponible y fertilidad bajas.

Consociacion Vertic Ustropepts - Typic Ustorthents.

Esta unidad de suelos se localiza en las veredas La Cañada y San Anastasio, con una extensión de 41.3 Ha. que corresponde al 0.10% del área total del municipio. La unidad es una consociación integrada por un suelo principal Vertic Ustropepts en un 90% e inclusiones de Typic Ustorthents en un 1%. De acuerdo con la pendiente y el grado de erosión se presenta la siguiente fase:

- CShG6.1cd1: Pendientes del 12 – 30% y del 30 - 50% con erosión ligera.

Características Principales de los Suelos

Suelos superficiales limitados en su profundidad por arcillas compactas, moderadamente drenados, afectados por erosión ligera; el uso y la cobertura actual son pasto manejado (Pm) dedicados a la ganadería extensiva, también se presenta pequeñas áreas con rastrojo (Ra) y tierras eriales (Te).

El perfil presenta una secuencia de tipo A/B/C; el horizonte A es de 20 cm de espesor, de color pardo rojizo, textura arcillosa y estructura en bloques subangulares medios; el B y C son de colores rojizos a amarillento rojizo y también de textura arcillosa. Son suelos ligeramente ácidos a casi neutros, capacidad catiónica de cambio, bases totales y saturación de bases alta, fósforo disponible para las plantas bajo y de fertilidad moderada.

Asociación Typic Ustorthents - Lithic Ustorthents.

Se encuentra en las veredas Santa Isabel y La Flor; con una extensión de 29,00 Ha. que corresponde al 0.07% del área total del municipio. La unidad es una asociación integrada por los suelos Typic Ustorthents en un 50%, Lithic Ustorthents en un 40% y afloramiento rocosos en un 10%. De acuerdo con la pendiente y el grado de erosión, la unidad presenta las siguientes fases:

- CShG7.1a1: Pendientes del 0 – 5% con erosión ligera.
- CShG7.1c1: Pendientes del 12 – 30% con erosión ligera.

Características Principales de los Suelos

Suelos superficiales a moderadamente profundos limitados por la presencia de cascajo, gravilla y piedra a los pocos centímetros de profundidad, bien drenados, presentan erosión de grado ligero. El uso y la cobertura actual es ganadería extensiva en potreros rastrojados (Pr), pastos manejados (Pm), rastrojo (Ra), pequeñas áreas con cultivos asociados de pan coger que asemejan sistemas agroforestales (Af), y pequeñas áreas con cultivos permanentes como frutales (Cp).

El perfil presenta una secuencia de horizontes tipo A/C, el horizonte A es 30 cm de espesor, de color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arenosa y estructura en bloques; el horizonte C es de color pardo rojizo, de textura franco arcillo arenosa y presenta conglomerados como gravilla y piedra.

Son suelos ligeramente ácidos, capacidad catiónica de cambio media, bases totales bajas, materia orgánica baja, fósforo disponible para las plantas bajo; la fertilidad es baja.

Asociación Typic Ustropepts - Lithic Ustorthents - Typic Ustorthents.

Esta unidad de suelos se localiza en las veredas Santa Isabel, Gallego, La Meseta, La Cañada y San Anastasio; con una extensión de 715.4 Ha que corresponde al 1.73% del área total del municipio. La unidad es una asociación integrada por los suelos Typic Ustropepts en un 60%, Lithic Ustorthents en un 30% y Typic Ustorthents en un 10%. De acuerdo con la pendiente y el grado de erosión, se presentan las siguientes fases:

- CShG7.2c3: Pendientes 12 – 30% con erosión severa.
- CShG7.2cd2: Pendientes 12 – 30% y del 30 – 50% con erosión moderada.
- CShG7.2de3: Pendientes del 30 - 50% y del 50– 70% con erosión severa.
- CShG7.2ef2: Pendientes 50 – 70% y mayores del 70% con erosión moderada.

Características Principales de los Suelos

Suelos muy superficiales, excesivamente drenados, afectados por erosión de grado moderado a severo; el uso y la cobertura actual son pasto natural (Pn), pastos manejados (Pm), potreros rastrojados (Pr) dedicados a la ganadería extensiva; rastrojo (Ra) y relictos de bosque secundario.

En esta unidad de suelos se levantó el Perfil No.9, ver Figura 10, el cual presentó una secuencia de horizontes de tipo A/R, el horizonte A, tan solo alcanza los 5 cm de espesor, es de color pardo claro, textura franco arenosa y estructura débil, la roca es una arenisca de grano medio muy dura de color pardo amarillento con presencia de conglomerados polimícticos menores de 2,0 cm de diámetro que profundiza a más de 2,0 m de profundidad. Son suelos ácidos, con mediano contenido de materia orgánica, de capacidad catiónica de cambio baja, saturación total de bases baja, saturaciones de calcio y magnesio baja, saturaciones de aluminio media, fósforo disponible para las plantas bajo y de fertilidad baja.

Asociación Typic Ustorthents - Lithic Ustorthents.

Se encuentra en las veredas Tomogó y La Meseta en una extensión de 169.5 Ha que corresponde al 0.41% del área total del municipio. La unidad es una asociación integrada por los suelos Typic Ustorthents en un 60%, Lithic Ustorthents en un 20% y afloramiento rocosos en un 10%. De acuerdo con la pendiente y el grado de erosión, la unidad presenta las siguientes fases:

- CShG7.3ef3: Pendientes 50- 70% y mayores del 70% con erosión severa.

Características Principales de los Suelos

Suelos superficiales, limitados en su profundidad porque a los pocos centímetros se encuentra la roca dura de areniscas, excesivamente drenados, presentan erosión de grado severo, el uso y la cobertura actual son ganadería extensiva en potreros con rastrojo (Pr), rastrojo (Ra) y sectores con tierras eriales (Te).

El perfil presenta una secuencia A/R, el horizonte A es menor de 5 cm, de color pardo claro, textura franco arenosa, estructura en bloques. Son suelos ácidos, de capacidad catiónica de cambio baja, bases totales baja, contenido de materia orgánica y fósforo disponible para las plantas bajo, la fertilidad es baja.

Asociación Lithic Ustorthents – Typic Ustorthents.

Esta unidad de suelos se localiza en las veredas Payandé, El Hobo y El Salitre; con una extensión de 425.9 Ha. que corresponde al 1.03% del área total del municipio. La unidad es una asociación integrada por los suelos Lithic Ustorthents en un 40%, Typic Ustorthents en un 35% y no suelo en un 15%. Según la pendiente y el grado de erosión se presentan las siguientes fases:

- CShH1.1a3: Pendientes del 0 – 5% con erosión severa.
- CShH1.1b2: Pendientes del 5 – 12% con erosión moderada.
- CShH1.1b3: Pendientes del 5 – 12% con erosión severa.
- CShH1.1c2p: Pendientes del 12 – 30% con erosión moderada.

- CShH1.1cd2: Pendientes del 12 – 30% y del 30 – 50% con erosión moderada.

Características Principales de los Suelos

Suelos muy superficiales, limitados en su profundidad por el material parental que se encuentra a los pocos centímetros de profundidad, son bien drenados, presentan erosión de tipo moderado a severo como surcos principalmente; el uso y la cobertura actual son ganadería extensiva en potreros con rastrojo (Pr) y pastos manejados (Pm); también se presentan pequeñas áreas con rastrojo (Ra) y bosque secundario, pequeñas áreas de cultivos de pan coger (Af), actividad minera (Zm) explotación de puzolana y algunos sectores con tierras eriales.

El perfil presenta una secuencia de horizonte A/C, el horizonte A es de 15 cm de espesor, de color gris oscuro, textura franco arenosa con gravilla y de estructura blocosa poco desarrollada; el horizonte C es de pardo oliva y de textura arenosa, sin estructura.

Son suelos casi neutros, bajos en materia orgánica, de mediana capacidad catiónica de cambio, saturación total de bases muy alta, saturaciones de calcio y magnesio muy altas, potasio muy bajo, fósforo disponible para las plantas bajo y de fertilidad baja.

Consociación Typic Haplustalfs.

Esta unidad de suelos se localiza en las veredas Payandé, El Hobo y Santa Isabel; con una extensión de 239.8 Ha. que corresponde al 0.58% del área total del municipio. La unidad es una consociación integrada por un suelo principal Typic Haplustalfs en un 80%, Typic Ustorthents en un 15% y Fluventic Ustropepts en un 5%. Según la pendiente y el grado de erosión se presentan las siguientes fases:

- CShH1.1b1: Pendientes del 5 - 12% con erosión ligera.
- CShH1.1cd1P: Pendientes del 12 - 30% y del 30 - 50% con erosión ligera y pedregosos.

Características Principales de los Suelos

Suelos moderadamente profundos, bien drenados, presentan procesos erosivos de grado ligero de tipo laminar y en algunos sectores se observan pedregosidad superficial; el uso y la cobertura actual son ganadería extensiva en potreros rastrojados (Pr) y pastos manejados (Pm), también se presentan pequeñas áreas con rastrojos (Ra), relictos de bosque secundario (Bs) y algunos sectores con tierras eriales (Te).

El perfil presenta una secuencia de horizonte A/B/C, el horizonte A es de 20 cm de espesor, de color pardo oscuro, textura franco arcillosa; el horizonte B, es de 40 – 50 cm de profundidad, de color pardo claro, textura franco arenosa arcillosa y el horizonte C, presenta abundantes cantos de roca provenientes del material parental.

Son suelos casi neutros, bajos en contenido de materia orgánica, de capacidad catiónica de cambio media, saturación total de bases alta, altas saturaciones de calcio y magnesio, fósforo disponible para las plantas medio, de fertilidad es moderada.

Asociación Typic Ustorthents - Lithic Ustorthents - Typic Natrustalfs.

Esta unidad de suelos se localiza en las veredas Payandé, El Hobo, Santa Isabel, Caracolí; La Flor y Jagua – Flor con una extensión de 2.559,5 Ha que corresponde al

6.19% del área total del municipio. La unidad es una asociación integrada por los suelos Typic Ustorthents en un 40%, Lithic Ustorthents en un 30% y Typic Natrustalfs en un 20%. De acuerdo con la pendiente y el grado de erosión se presentan las siguientes fases:

- CShI2.1a1: Pendientes del 0 - 5 % con erosión ligera.
- CShI2.1b1: Pendientes del 5 -12% con erosión ligera.

Características Principales de los Suelos

Suelos superficiales a muy superficiales, bien drenados, presentan erosión de grado ligero; el uso y la cobertura actual son pastos manejados (Pm) y potreros rastrojados (Pr) dedicados a la ganadería semintensiva y extensiva, rastrojo (Ra), cultivos semipermanentes y permanentes como yuca, plátano y frutales, cultivos misceláneos en arreglos agroforestales (Af)

Grupo Indiferenciado Typic Ustropepts - Fluventic Ustropepts.

Esta unidad de suelos se localiza en las veredas Payandé, El Salitre, El Hobo, Santa Isabel, Caracolí, La Flor, Jagua - Flor, Tomín, Gallego, Tomogó, La Cañada y La Meseta; con una extensión de 744.4 Ha que corresponden al 1.8% del área total del municipio. La unidad es un grupo indiferenciado integrada por los suelos Typic Ustropepts en un 50% y Fluventic Ustropepts en un 50%. De acuerdo con la pendiente y el grado de erosión se presentan las siguientes fases:

- CShJ1.1a: Pendientes del 0 - 5% sin erosión aparente.
- CShJ1.1b: Pendientes del 5 - 12% sin erosión aparente.

Características Principales de los Suelos

Suelos profundos a moderadamente profundos, bien drenados, no se evidencia procesos erosivos en esta unidad. Actualmente los suelos presentan un uso y cobertura en pastos manejados (Pm) y potreros rastrojados (Pr) dedicados a la ganadería semintensiva; también se presentan pequeñas áreas con rastrojos (Ra), cultivos semestrales (Cs) como maíz tradicional, cultivos asociados de pan coger (Af) y relictos de bosque secundario (Bs).

Consociación Typic Ustropepts.

Esta unidad se localiza en las veredas Payandé y El Hobo con una extensión de 53.8 Ha. que corresponde al 0.13% del área total del municipio. La unidad es una consociación integrada por un suelo principal Typic Ustropepts en un 90% y inclusiones de Fluventic Ustropepts en un 10%. De acuerdo con la pendiente y el grado de erosión se presenta las siguientes fases:

- CShJ2.1a: Pendientes del 0 - 5% sin erosión aparente.
- CShJ2.1cd: Pendientes del 5 - 12% sin erosión aparente.

Características Principales de los Suelos

Suelos moderadamente profundos, bien drenados, no presentan procesos erosivos alguno; el uso y la cobertura actual es pastos manejados (Pm) dedicados a la ganadería semintensiva; también se presenta en algunos sectores rastrojo (Ra).

Asociación Typic Ustorthents - Lithic Ustorthents.

Esta unidad se localiza en la vereda Payandé, con una extensión de 53.7 Ha que corresponde al 0.13% del área total del municipio. La unidad está integrada por los suelos Typic Ustorthents en un 50%, Lithic Ustorthents en un 40% y afloramiento rocosos en un 10%. De acuerdo con la pendiente y el grado de erosión, se presentan las siguientes fases:

- TShK1.1cd1: Pendientes del 12 – 30% y del 30 – 50% con erosión ligera.
- TShK1.1ef1: Pendientes del 50 – 70% y mayores del 70% con erosión ligera.

Características Principales de los Suelos

Suelos superficiales, limitados por las anfíbolitas y los neises, bien drenados, presentan procesos erosivos de grado ligero como erosión laminar y pequeños surcos principalmente; el uso y la cobertura actual son ganadería extensiva en potreros rastrojados (Pr) y pastos manejados (Pm), también presenta algunos sectores con rastrojo (Ra) y de tierras eriales.

El perfil presenta una secuencia de horizonte tipo A/B/C, el horizonte A es de color pardo oscuro de 30 cm de profundidad, textura franco arcillosa y estructura blocosa; el horizonte B es de 60 cm de espesor, color pardo amarillento y estructura poco desarrollada, el horizonte C es de color pardo rojizo con manchas grises, franco arcilloso y estructura de roca.

Son suelos ligeramente ácidos, bajos en materia orgánica, capacidad catiónica de cambio media, saturación total de bases alta, saturación de potasio media y disponibilidad de fósforo muy baja. La fertilidad es moderada.

Asociación Typic Ustropepts – Lithic Ustorthents.

Esta unidad de suelos se presenta en las veredas Payandé, El Porvenir y El Salitre con una extensión de 1629.3 Ha. que corresponde al 3.94% del área total del municipio. La unidad es una asociación integrada por los suelos Typic Ustropepts 60% y Lithic Ustorthents 40%. De acuerdo con la pendiente y el grado de erosión, se presentan las siguientes fases:

- TShK2.1cd2: Pendientes del 12 - 30% y del 30 – 50% con erosión moderada.
- TShK2.1de1: Pendientes del 30 - 50% y del 50 – 70% con erosión ligera.
- TShK2.1ef2: Pendientes del 50 – 70% y mayores del 70% con erosión moderada.

Características Principales de los Suelos

Suelos superficiales a moderadamente profundos debido a la presencia de la roca caliza a los pocos centímetros de profundidad en algunos sectores; bien drenados, afectados por erosión de grado ligero a moderado; el uso y la cobertura actual son pasto natural (Pn), potreros rastrojados (Pr) y pastos manejados (Pm) dedicados a la ganadería extensiva; también se presenta en algunos sectores rastrojo (Ra), cultivos asociados de

pan coger (Af), tierras eriales (Te), explotaciones de gran minería (Zm) de calizas y relictos de bosque secundario (Bs).

En esta unidad se levantó el Perfil No. 2 (vereda El Salitre), el perfil presenta una secuencia de tipo A/R, el horizonte A es de color pardo oscuro, de 50 cm de profundidad, textura franca y estructura blocosa; este descansa sobre roca caliza.

Son suelos ligeramente ácidos, con capacidad catiónica de cambio media, bases totales altas, contenido de materia orgánica baja, saturación total de bases alta, saturación de sodio normal, fósforo asimilable para las plantas alto y de fertilidad moderada.

Asociación Typic Dystropepts - Typic Troorthents.

Esta unidad se localiza únicamente en la vereda El Salitre, con una extensión de 252.2 Ha. que corresponde al 0.61% del área total del municipio. La unidad es una asociación y está compuesta por los suelos Typic Dystropepts en un 60% y Typic Troorthents en un 40%. De acuerdo a la pendiente y el grado de erosión se presenta las siguientes fases:

- TShK3.1c2: Pendientes 12-30% con erosión moderada.
- TShK3.1cd2: Pendientes 12- 30% y del 30 -50% con erosión moderada.
- TShK3.1de2: Pendientes 30- 50% y del 50- 70% con erosión moderada.
- TShK3.1ef2: Pendientes 50- 70% y mayores del 70% con erosión moderada.

Características Principales de los Suelos

Suelos superficiales a moderadamente profundos; bien drenados, muy susceptibles a la erosión, actualmente presentan erosión de grado moderado en algunos sectores debido al mal uso; los procesos erosivos predominantes son escurrimiento difuso concentrado como surcos y deslizamientos, con problemas como cárcavas y terracetos (pata de vacas).

El uso y la cobertura actual son ganadería extensiva en potreros rastrojados (Pr) y pastos manejados (Pm), también presenta algunos sectores con rastrojo (Ra), cultivos asociados de pan coger (Af), relictos de bosque secundario (Bs) y tierras eriales (Te).

En esta unidad se levantó el Perfil No. 3, presentando un perfil tipo A/B/C, el horizonte A es de color pardo oscuro, de 40 cm de espesor, de textura franco arenosa arcillosa y estructura en bloques subangulares; el horizonte B es de color pardo claro, de 60 cm de espesor, de textura franco arenosa y estructura blocosa poco desarrollada. El horizonte C está conformado de material parental arenisca principalmente altamente meteorizada de color amarillento con veteados grises y rojizos.

Son suelos ácidos, contenido de materia orgánica medio, de capacidad catiónica de cambio media, mediano contenido de bases totales, saturaciones de aluminio medio, bajo contenido de fósforo asimilable para las plantas y de fertilidad moderada.

Asociación Typic Troorthents - Typic Dystropepts.

Esta unidad se localiza en las veredas Payandé, El Porvenir y El Salitre; con una extensión de 207 Ha. que corresponde al 0.5% del área total del municipio. La unidad es una asociación y está compuesta por los suelos Typic Troorthents en un 60% y

Typic Dystropepts en un 40%. En la unidad se presentan las siguientes fases de acuerdo con la pendiente y el grado de erosión:

- TShK4.1cd1: Pendientes 12- 30% y del 30- 50% con erosión ligera.
- TShK4.1cd2: Pendientes 12-30% y del 30- 50% con erosión moderada.
- TShK4.1ef1: Pendientes 50- 70% y mayores del 70% con erosión ligera.
- TShK4.1ef2: Pendientes 50- 70% y mayores del 70% con erosión moderada.

Características Principales de los Suelos

Suelos superficiales a profundos, bien drenados, presentan procesos erosivos de grado ligero a moderado como surcos y cárcavas; el uso y la cobertura actual son la ganadería extensiva en potreros rastrojados (Pr) y pastos manejados (Pm); también se presentan algunos sectores con rastrojo (Ra), cultivos asociados de pan coger (Af), explotaciones de pequeña minería (Zm) de mármol y tierras eriales (Te).

El perfil presenta una secuencia de horizontes de tipo A/B/C, el A es de 30 cm de espesor, de color pardo oscuro, textura arcillosa y estructura moderadamente desarrollada; el horizonte B es de color rojizo y de textura arcillosa. El horizonte C se encuentra a los pocos centímetros y posee características idénticas al material parental. Son suelos casi neutros, contenido de materia orgánica medio, de capacidad catiónica de cambio alta, saturación total de bases media, fósforo asimilable para las plantas bajo y de fertilidad moderada.

3.2.3.2 Área de Influencia Directa

Se observa en el lote del proyecto pequeñas áreas con relictos de bosque secundario (Bs) (Foto 3-3), que tiene diferentes pendientes y por lo consiguiente las dos fases.

Foto 3-3. Áreas donde se presentan suelos con erosión ligera de la Asociación Typic Ustorthents



Fuente: Fotografía tomada por Araújo Ibarra & Asociados S.A.

El perfil presenta una secuencia de horizontes A/C, el horizonte A es de 25 cm de espesor (Foto 3-4), de color pardo oscuro, textura franco arenosa con algunas tobas volcánicas de tamaño medio, de estructura blocosa débilmente desarrollada en la superficie; el horizonte C es de color gris claro a gris oliva con abundante tobas volcánicas endurecidas, de textura arenosa gravillosa.

Foto 3-4. Horizonte A de 25 cm de espesor



Fuente: Fotografía tomada por Araújo Ibarra & Asociados S.A.

Son suelos ácidos, con muy bajos contenido de materia orgánica, baja capacidad catiónica de cambio, saturación total de bases alta, saturación de calcio y potasio alta, aluminio normal, disponibilidad de fósforo para las plantas medio y de fertilidad baja.

Monitoreo de suelo en el predio de interés

La zona evaluada pertenece al municipio de San Luis, en el departamento del Tolima y se encuentra a una altitud entre los 575 a 594 m.s.n.m. El área de estudio está conformada por colinas, en las cuales predominan pastizales y algunas agrupaciones de vegetación arbustiva y arbórea que actúan como barreras vivas y como bosque de protección del río Luisa. El muestreo fue realizado en las estaciones denominadas P1, P2 y P3 (Figura 3-2; Foto 3-5, Foto 3-6 y Foto 3-7), las cuales fueron georeferenciadas mediante un GPS configurado en el sistema Magna Sirgas y con origen Bogotá (Tabla 3-2)

Foto 3-5. Estación de muestreo P1



Fuente: Biodesa Ltda. Informe del monitoreo y caracterización físicoquímica de los suelos en los predios de Cemcolsa, en el municipio de San Luis, Tolima. Noviembre de 2010.

Foto 3-6. Estación de muestreo P2



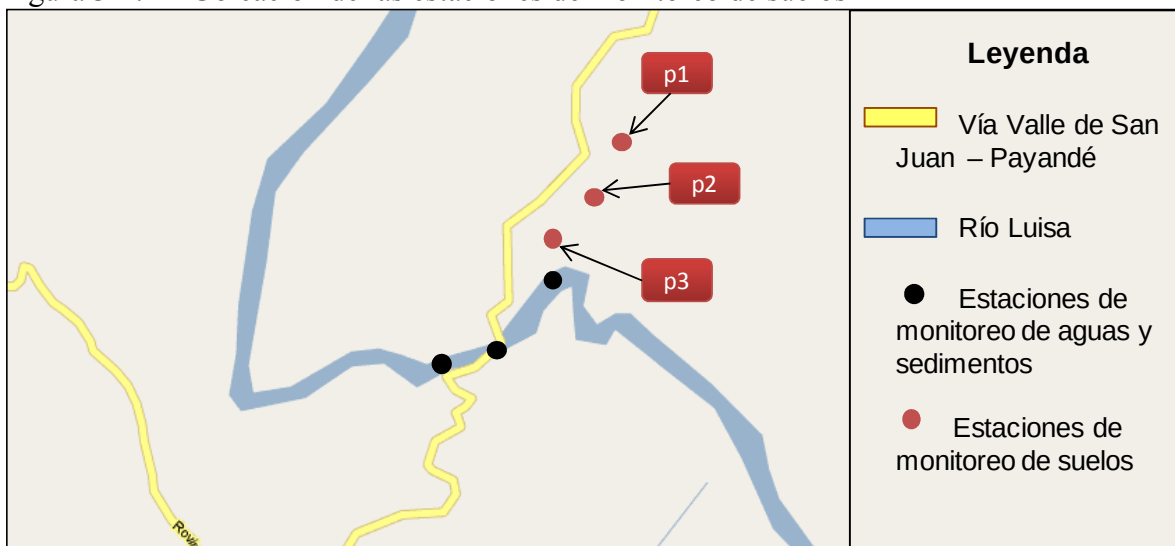
Fuente: Ibíd.

Foto 3-7. Estación de muestreo P3



Fuente: *Ibíd*

Figura 3-2. Ubicación de las estaciones de monitoreo de suelos



Fuente: *Ibíd*.

Tabla 3-2. Coordenadas planas de las estaciones de monitoreo

Sistema: Magna Sirgas		Coordenadas		
Origen: Bogotá		Norte	Este	Altitud msnm
Monitoreo de Suelos	P1	960385	887659	594
	P2	960226	887575	583
	P3	960096	887452	575

Fuente: *Ibíd*.

Metodología

Para el muestreo de suelos se definieron 3 estaciones ubicadas dentro del predio de interés. En la en la tabla 1 se presentan sus coordenadas. Se excavó una calicata de 1m de ancho x 1m alto x 1,1m de profundidad, utilizando una pala y un barreno en cada una de las estaciones. Alrededor de cada una de estas se realizaron 3 excavaciones de 1,1m de profundidad con un diámetro aproximado de 30 cm. De cada una de estas 3 excavaciones se tomaron 3 submuestras, a 10 cm, 55 cm y 110 cm de profundidad, integrando un total de 9 submuestras por estación (Foto 3-8).

Foto 3-8. (Izq.) Excavación de calicata. (Arr.) Excavaciones alrededor de la calicata. (Aba.). Toma de muestras para densidad aparente y permeabilidad.



Fuente: Biodesa Ltda. Informe del monitoreo y caracterización fisicoquímica de los suelos en los predios de Cemcolsa, en el municipio de San Luis, Tolima. Noviembre de 2010.

Las muestras fueron empacadas en bolsas de calibre grueso y rotuladas según los requerimientos del IGAC y el laboratorio Analquim Ltda, encargados de realizar los análisis fisicoquímicos de las muestras de suelos. Estos análisis incluyen grasas y aceites, aluminio, cadmio, conductividad eléctrica, pH, textura, materia orgánica, carbono orgánico, fósforo total, hidrocarburos totales, hierro, mercurio, níquel y nitrógeno total Kjeldahl.

Para el análisis de la densidad real, densidad aparente, porosidad total y permeabilidad las muestras fueron tomadas a 10 cm de profundidad, en el primer horizonte (A). Las muestras de la densidad real fueron empacadas en bolsas rotuladas. Para la densidad aparente y la permeabilidad las muestras fueron tomadas con un cilindro de PVC de 5 cm de diámetro y 5 cm de altura. El cilindro fue introducido poco a poco en el suelo, cuidando de no alterar la muestra y lograr que el material rebose el cilindro. Luego para el caso de la densidad aparente, las dos tapas del cilindro fueron raspadas para que las muestras queden a ras, luego se vació el contenido del cilindro en una bolsa la cual se rotuló.

Para la determinación de la porosidad total se aplicó la siguiente fórmula que relaciona la densidad aparente y la densidad real.

$$\text{Porosidad total} = \frac{(\text{Densidad real} - \text{Densidad aparente})}{\text{Densidad real}} * 100$$

Para obtener la muestra para la determinación de la permeabilidad, el cilindro con material rebosando por ambas caras, fue envuelto en papel de vinilpel y luego rotulado. Una vez finalizado el monitoreo las muestras fueron transportadas a los laboratorios para proceder con el respectivo análisis.

Los resultados fueron presentados en tablas y gráficas. Debido a que Colombia no posee una normativa en la cual se describan los niveles guía para la calidad del suelo, los resultados fueron comparados con la guía holandesa para suelos y sedimentos VROM (2000), los niveles propuestos por Bowie et al (1985) y los niveles de hidrocarburos totales fueron comparados con la norma mexicana NOM-EM-138-ECOL (2002).

Los niveles de metales pesados presentados por la guía Holandesa, han sido establecidos a unas condiciones de 25% de contenido de arcillas y 10% de materia orgánica. Estos valores deben ser adaptados a las condiciones de las muestras analizadas, lo cual se hace mediante la siguiente expresión:

$$(SW, IW)_b = (SW, IW)_{sb} \times \left[\frac{A + (B \times \% \text{ clay (grain size} < 2 \mu\text{m}^3)) + (C \times \% \text{ organic matter})}{A + (B \times 25) + (C \times 10)} \right]$$

En donde

SW, IW_b es el valor dado por la guía a las condiciones del muestreo;

SW, IW_{sb} es el valor dado por la guía a condiciones estándar;

A, B y C son constantes propias de cada sustancia

% Clay es el porcentaje de arcilla que se calcula en el análisis granulométrico y

% organic matter es el porcentaje de materia orgánica determinado en base seca.

Resultados y análisis

En la Tabla 3-3 se presentan los resultados de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos, medidos tanto en campo como en laboratorio de las muestras tomadas en las estaciones P1, P2 y P3 durante los días 10 al 12 de noviembre del año 2010.

El pH para las 3 estaciones se encontró entre 6,2 y 7,5. Según el IGAC la estación P3 posee un pH ligeramente ácido, la estación P2 neutro y la estación P1 ligeramente básico. La conductividad eléctrica presentó valores entre 30 y 241 $\mu\text{S/cm}$. El valor presentado en la estación 1 es de un orden superior comparado con las demás estaciones.

La densidad real del suelo, presentó valores entre 2,6 y 2,7 g/mL; y la densidad aparente entre 1,29 y 1,6 g/mL. La conductividad hidráulica, expresada en cm/h reportó valores entre 3,26 y 15,23. Según estos valores la conductividad del suelo de la estación P1 es clasificada como rápida y las de las estaciones P2 y P3 como moderadamente rápidas. La porosidad total fue calculada a partir de la densidad real y aparente, la cual presentó valores de 37,3% para P1, 51,7% para P2 y 43,7% para P3.

Tabla 3-3. Reporte de los resultados del análisis fisicoquímico de suelos

Parámetro	Unidades	Técnica Analítica/Equipo	P1	P2	P3
Fecha	mm-dd-aa		10/10/2010	10/10/2010	12/10/2010
Hora	hh:mm		15:30	09:00	11:15
Coordenadas	m	GPS: Magna Sirgas/ Origen Bogotá	E: 887659 N:960385	E:887575 N:960226	E: 887452 N:960096
Altitud	m.s.n.m.	GPS	594	583	575
ALUMINIO	mg/ Kg Al	SM 3500-Al B	<1	<1	<1
CADMIO	mg/ Kg Cd	SM 3111 B	<0,30	<0,30	<0,30
CARBONO ORGÁNICO TOTAL	% P/P	WALKEY BLACK	0,51	0,16	0,17
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	μS/cm	SM 2510 B	241	29,6	30
CONDUCTIVIDAD HIDRAÚLICA (PERMEABILIDAD)	cm/h	IGAC	15,23	5,75	3,26
DENSIDAD APARENTE	g/mL	IGAC	1,63	1,29	1,52
DENSIDAD REAL	g/mL	IGAC	2,6	2,67	2,7
FOSFORO TOTAL	mg/Kg P	SM 4500-P D	2752	1745	682
GRASAS Y ACEITES	mg/ Kg	SM 5520 D	577	819	23,7
HIDROCARBUROS TOTALES	mg/ Kg	SM 5520 F	20	39	19,74
HIERRO TOTAL	mg/Kg Fe	SM 3111 B	5900	7000	5300
MATERIA ORGÁNICA	% P/P	EPA SW486	2,7	1,9	1,6
MERCURIO	mg/Kg Hg	SM 3112 B	2.40	1.50	<0,20
NIQUEL	mg/Kg Ni	SM 3111 B	9.00	9	9.00
NTK	mg/Kg N	SM 4500-Norg B	743	810	702
pH	unidades pH	Potenciométrico	7,5	6,6	6,2
Porosidad Total	%	Relación densidades	37,3	51,7	43,7

Fuente: Biodesa Ltda. Informe del monitoreo y caracterización fisicoquímica de los suelos en los predios de Cemcolsa, en el municipio de San Luis, Tolima. Noviembre de 2010.

La textura indica el contenido relativo de partículas de diferente tamaño, como la arena, el limo y la arcilla, en el suelo. La textura tiene que ver con la facilidad con que se puede trabajar el suelo, la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad con que el agua penetra en el suelo y lo atraviesa. La determinación del contenido de arcillas es necesaria para comparar las concentraciones de metales con los niveles permisibles por algunas normas internacionales.

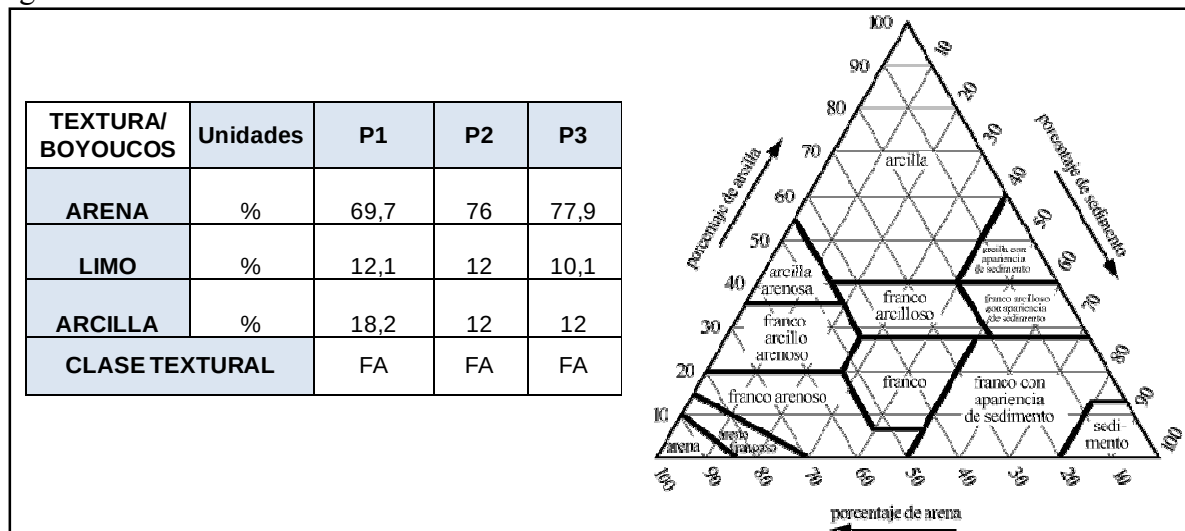
Según el análisis granulométrico realizado (Figura 3-3), se determinó que las arenas representaron la mayor porción del suelo, con porcentajes entre el 69,7 y 77,9%. El limo y la arcilla se encontraron en proporciones similares, de 10,1 a 12% para el limo y 12 a 18,2% para

la arcilla. Según esta composición el suelo de las 3 estaciones de muestreo fue clasificado como Franco Arenoso.

Materia orgánica y nutrientes.

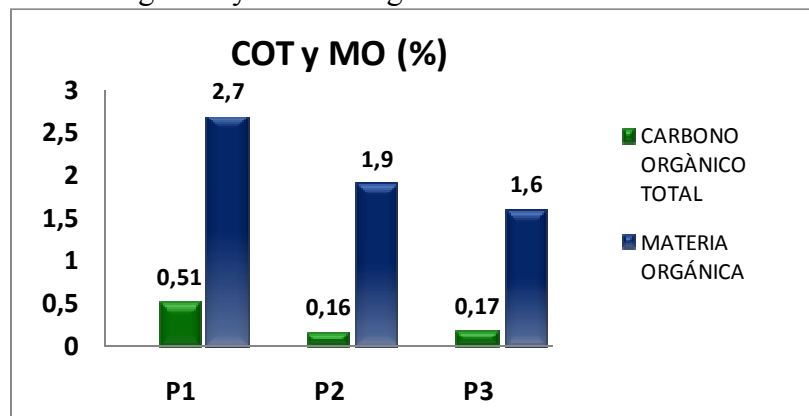
El porcentaje de materia orgánica determinado mediante calcinación a 550°C estuvo entre 1,6 y 2,7%, y el carbono orgánico entre 0,17 y 0,51% (Figura 3-4). En la estación P1 se presentó el mayor porcentaje para ambos parámetros. Las concentraciones de fósforo total se encontraron entre 682 (P3) y 2752 mg/L (P1). El nitrógeno total Kjeldahl, que incluye nitrógeno orgánico más el nitrógeno amoniacal, presentó valores entre 379 (P3) y 442 mg/L N (P1) (Figura 3-5). La estación 1 fue la que presentó el mayor contenido de materia orgánica, lo cual coincide con las mayores concentraciones de nutrientes presentadas.

Figura 3-3. Resultados de la determinación de la textura en sedimentos



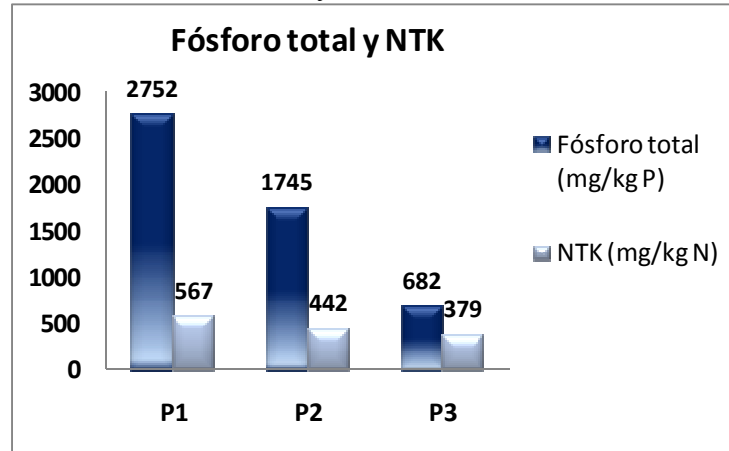
Fuente: *Ibíd.*

Figura 3-4. Carbono orgánico y materia orgánica



Fuente: *Ibíd.*

Figura 3-5. Concentraciones de fósforo y NTK en suelos



Fuente: *Ibíd.*

Metales

La presencia de los elementos traza o metales pesados en los suelos puede deberse a factores geológicos o antropológicos. Algunos como el cadmio presentan altos valores de toxicidad y otros como el hierro baja. En ninguna de las 3 estaciones se detectaron niveles de aluminio y cadmio (límites de detección de 1 y 0,3 mg/kg).

En la estación P1 la concentración de mercurio fue de 2,4 mg/kg y en P2 1,5 mg/kg, en P3 no se detectó este compuesto. Las concentraciones de níquel fueron de 9 mg/L para las 3 estaciones. En la Tabla 3-4, se presentan el nivel de referencia y el nivel de intervención según las guías Holandesas VROM (2000). Estos valores fueron adaptados para cada estación dependiendo de la concentración de materia orgánica y de arcilla.

Las concentraciones de mercurio encontradas para las estaciones P1 y P2, superan el valor de referencia, pero son inferiores al nivel de intervención, según lo cual, aunque se presentan niveles no deseables de mercurio, no presentan un riesgo grave de contaminación. Las concentraciones de níquel reportadas en el presente estudio se encuentran por debajo del nivel de referencia y del nivel de intervención, para las 3 estaciones.

Tabla 3-4. Niveles permisibles para Hg y Ni. Guías Holandesa VROM (2000)

Nivel-Parámetro	Estación		
	P1	P2	P3
Nivel de referencia Hg	0,25	0,23	0,23
Nivel de intervención Hg	8,35	7,65	7,63
Nivel de referencia Ni	28,1	22	22
Nivel de intervención Ni	169,2	132	132

Fuente: *Ibíd.*

El hierro es un metal de baja toxicidad, las concentraciones encontradas en el presente estudio fueron de 5300 mg/kg para P3, 5900 mg/kg para P1 y 7000 mg/kg para P2. Los autores en Bowie et al (1985), presentan valores medios de metales pesados y metales traza en suelos con diferentes usos. Los niveles de aluminio, hierro y níquel reportados para el presente estudio se encuentran por debajo de los niveles medios para suelos mineros, naturales y agrícolas (Tabla 3-5).

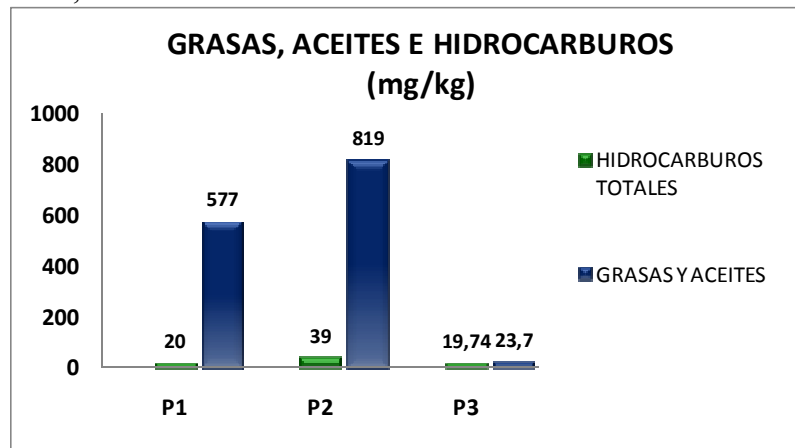
Tabla 3-5. Niveles medios de metales pesados y trazas en suelos

Elemento	Uso del suelo. Concentraciones en ppm		
	Minero	Natural	Agrícola
Aluminio	116592	167078	139889
Fe	129769	70009	66123
Ni	117	-	139

Fuente: *Ibíd.*

Las grasas y aceites se encontraron en concentraciones de 23,7 (P3) a 819 mg/kg (P2) (Figura 3-6). Los hidrocarburos totales presentaron valores entre 19,74 y 39 mg/kg. Los resultados de hidrocarburos en suelos fueron comparados con la norma mexicana NOM-EM-138-ECOL (2002), en la cual se establecen los límites permisibles dependiendo de la actividad desarrollada. Luego de este análisis se determinó que las concentraciones de hidrocarburos de las 3 estaciones de muestreo son inferiores a las expuestas por esta norma (Tabla 3-6).

Figura 3-6. Grasas, aceites e hidrocarburos en suelos



Fuente: *Ibíd.*

Tabla 3-6. Límites máximos permisibles de contaminación en suelos. NOM-EM-138-ECOL (2002)

Elemento	Uso predominante del suelo. Concentraciones en ppm		
	Agrícola, forestal, recreativo y de conservación	Residencial, comercial	Industrial
Hidrocarburos totales del petróleo	200	200	500

Fuente: *Ibíd.*

Conclusiones

- Los suelos estudiados fueron clasificados como Franco-arenosos, con pH desde ligeramente básicos hasta ligeramente ácidos y con conductividades rápidas y moderadamente rápidas.
- EL contenido de materia orgánica fue mayor en la estación P1 (2,7%), y también se encontraron las mayores concentraciones de nutrientes, 2752 mg/kg para el fósforo total y 657 mg/kg para el nitrógeno total Kjeldahl.
- Las concentraciones de mercurio encontradas en P1 (2,4 mg/kg) y en P3 (1,5 mg/kg) superan el nivel de referencia propuesto por VROM (2000) pero son inferiores al nivel de intervención, en P3 no se detectó este metal. En dos puntos, las concentraciones de mercurio superan los niveles naturales establecidos por la Lista Holanda (> 0,3 mg/kg): 1,5 y 2,4 mg/l, sin que se alcance el nivel de intervención de 10 mg/kg.
- Las concentraciones de níquel (9 mg/kg) se encuentran por debajo del nivel de referencia VROM (2000). No se detectaron los metales aluminio y cadmio.
- Las concentraciones de hierro (5300 a 7000 mg/kg) y níquel (9 mg/kg) reportadas en el presente estudio, son inferiores a los valores medios presentados por Bowie et al (1985) para suelos naturales, suelos de uso industrial y agrícola.
- Las concentraciones de hidrocarburos totales encontradas son bajas (19,7 a 39 mg/kg), e inferiores a los límites propuestos por la norma mexicana NOM-EM-138-ECOL (2002) para suelos con uso industrial y agrícola.

3.2.4 Uso y cobertura actual del suelo

El estudio de uso y cobertura de la tierra para el municipio de San Luis, define el uso que el hombre le da actualmente al suelo y la cobertura que éste presenta como resultado de ese

aprovechamiento del recurso; convirtiéndolo en herramienta fundamental para ser confrontado con otros parámetros ambientales y determinar el uso recomendable y el respectivo manejo que se debe hacer al suelo.

Los símbolos utilizados en el presente estudio para identificar un tipo de uso o cobertura, sean los mismos recomendados por el Ministerio de Agricultura (Tabla 3-7).

Tabla 3-7. Esquema de la simbología utilizada en el estudio de uso y cobertura actual del suelo

TIPOS	GRUPO	SUBGRUPO	SIMBOLO
COBERTURA Y USO	Cultivos	Cultivos Semestrales	Cs
		Cultivos Permanentes	Cp
		Cultivos Mixtos	Af
	Pastos	Pastos Manejados	PM
		Pasto Natural	Pn
		Potreros Rastrojados	Pr
	Herbáceas y Arbustiva	Rastrojo	Ra
	Áreas sin uso agropecuario y/o forestal	Tierras Eriales	Te
		Zona Minera y Cantera	Zm
		Zona Urbana e Infraestructura	Zu
	Bosques	Bosque Secundario	Bs

Fuente: Ministerio de Agricultura.

En el municipio de San Luis la ocupación de la tierra está demarcada dentro de los siguientes patrones de uso y cobertura:

Cultivos

Cultivos Semestrales (Cs): Cultivos cuyo ciclo productivo no es mayor de seis (6) meses; en el municipio se encuentran cultivos de arroz, ajonjolí, maíz tradicional y tecnificado, sorgo, algodón y ahuyama principalmente; las extensiones más importantes se encuentran en las veredas La Flor, Jagua - Flor, Jagua - Bartolito, Contreras, Paraguay, San Cayetano, Tomín, Los Ciruelos, Caimital, La Cañada, San Anastasio, Primavera, Santa Lucía, Gallego, Pedregal, Luisa García, Guadalajara, Cordialidad, Dindal y Malnombre, con una extensión de 2067.60 Ha que corresponde al 5% del total del área del municipio.

Cultivos Semestrales - Pastos Manejados (Cs/Pm): Áreas de cultivos de sorgo o maíz en rotación, asociadas con áreas de potreros con pastos que tienen manejo agronómico dedicados a la ganadería semintensiva; presenta una extensión de 1323.3 Ha que corresponde al 3.2% del total del área del municipio, en las veredas Santa Isabel, La Laguna, Primavera, La Cañada y Gallego.

Cultivos Semestrales - Potreros Rastrojados (Cs/Pr): Áreas destinadas para el cultivo de

sorgo, maíz o algodón, asociadas con áreas de potreros que no han recibido ningún manejo agronómico utilizadas en ganadería extensiva; Se localizan en la vereda Guadalajara únicamente, con una extensión de 256.4 Ha que corresponde al 0.62% del total del área del municipio.

Cultivos Semestrales - Rastrojo (Cs/Ra): Áreas dedicadas al cultivo de maíz, sorgo y ajonjolí, asociadas con áreas en rastrojo; se encuentra en la veredas Luisa García y Guadalajara en una extensión de 86.8 Ha que corresponde al 0.21% del total del área del municipio.

Cultivos Permanentes (Cp): Son aquellos cultivos cuyo ciclo productivo dura más de dos (2) años y ofrecen durante éste varias cosechas; en el municipio se encuentran los frutales principalmente cítricos, mango, aguacate y guayaba; se encuentran en las veredas La Flor, Jagua Bartolito y Luisa García en una extensión de 62 Ha que corresponde al 0.15% del total del área del municipio.

Cultivos Permanentes - Potreros Rastrojados - Pastos manejados (Cp/Pr/Pm): Áreas de cultivos como yuca y plátano, asociados con áreas de potreros rastrojados y pastos manejados en menor extensión, dedicados a la ganadería extensiva; se presentan únicamente en la vereda Tomogó en una extensión de 57,90 Ha que corresponde al 57.9% del total del área del municipio.

Sistemas Agroforestales

Son aquellas áreas de cultivos asociados en pequeñas extensiones en donde el componente arbóreo es notable como especies forestales productoras -protectoras. En el municipio se encontraron las siguientes asociaciones:

Agroforestales - Pastos manejados - Potreros Rastrojados (Af/Pm/Pr): Áreas de cultivos como café, plátano, yuca, caña panelera; asociados con áreas de pastos manejados y potreros rastrojados dedicados a la ganadería extensiva; se encuentran únicamente en la vereda El Salitre con una extensión de 380.4 Ha que corresponde al 0.92% del total del área del municipio.

Agroforestales - Rastrojo - Pastos manejados (Af/Ra/Pm): Áreas de cultivos como café, plátano, yuca, caña panelera; asociados con áreas en rastrojo en mayor extensión y pastos manejados dedicados a la ganadería semintensiva; se encuentran en las veredas El Salitre y El Hobo, con una extensión de 463.2 Ha que corresponde al 1.12% del total del área del municipio.

Pastos

Cobertura de gramíneas de porte bajo y uniforme que ocupa extensas áreas destinadas para el pastoreo del ganado o en algunos casos para protección natural del suelo en sectores de pendientes altas. Este tipo de cobertura el municipio se encuentran como:

Pastos Manejados (Pm): Áreas con pastos a los cuales se les aplica un manejo adecuado de malezas y rotación de potreros dedicadas a la ganadería semintensiva, presentan un área de

1906.3 Ha que corresponde al 4.61% del total del área del municipio. Se encuentran en las veredas El Salitre, Santa Isabel, La Laguna, Caracolí, Jagua Bartolito, La Flor, Jagua - Flor, Paraguay, Contreras, San Cayetano, Los Ciruelos, Piedras blancas, Guadalajara, Luisa García, La Aurora, Cordialidad y Limonar.

Pastos Manejados - Cultivos Semestrales (Pm/Cs): Áreas con pastos manejados dedicadas a la ganadería semintensiva en asocio con pequeñas áreas de cultivos como maíz, algodón, ajonjolí y sorgo; se encuentran en las veredas Tomín, San Antonio, Patio Bonito y Caimital, en una extensión de 401.1 Ha que corresponde al 0.97% del total del área del municipio.

Pastos Manejados - Cultivos Permanentes (Pm/Cp): Áreas con pastos manejados dedicadas a la ganadería semintensiva, asociadas con pequeñas áreas de cultivos principalmente cítricos, yuca y tabaco. Se encuentran en las veredas Contreras, Paraguay, Jagua - Bartolito, Guacimito, La Aurora, Buenos Aires y Piedras Blancas en una extensión de 765 Ha que corresponde al 1.85% del total del área del municipio.

Pastos Manejados - Cultivos Permanentes - Rastrojo (Pm/Cp/Ra): Áreas con pastos manejados dedicadas a la ganadería semintensiva asociadas con pequeñas áreas de cultivos de frutales y plátano con sectores en rastrojo; se encuentra únicamente en la vereda Paraguay en un área 16.5 Ha que corresponde al 0.04% del total del área del municipio.

Pastos Manejados - Agroforestales (Pm/Af): Áreas con pastos manejados dedicadas a la ganadería semintensiva asociadas con pequeñas áreas en cultivos misceláneos como frutales, plátano, yuca, maíz entre otros. Se encuentran en las veredas Santa Isabel, El Hobo y Caracolí; en una extensión de 161.3 Ha que corresponde al 0.39% del total del área del municipio.

Pastos Manejados - Potreros Rastrojados (Pm/Pr): Áreas de pastos manejados y pequeñas áreas en potreros rastrojados dedicados a la ganadería semintensiva; se encuentran en las veredas El Salitre, Guacimito, Buenos Aires, Tomogó y Gallego en una extensión de 343.2 Ha que corresponde al 0.83% del total del área del municipio.

Pastos Manejados - Potreros Rastrojados- Cultivos Semestrales (PM/Pr/Cs): Áreas de pastos manejados y potreros rastrojados dedicados a la ganadería semintensiva asociadas con pequeñas áreas en cultivos de maíz, ajonjolí y patilla principalmente; se encuentran en las veredas Santa Isabel, Contreras, Tomín, El Puño, Chicualí, San Antonio, Buenos Aires, Campo Alegre, Caimital y Guacimito en una extensión de 2758.2 Ha que corresponde al 6.67% del total del área del municipio.

Pastos Manejados - Rastrojo (PM/Ra): Áreas de pastos manejados dedicados a la ganadería semintensiva con pequeños sectores en rastrojo, se encuentra en las veredas Payandé, El Salitre, El Hobo, Santa Isabel, Caracolí, Jagua Flor, Paraguay, Tomín, Campoalegre, Patio Bonito, San Antonio, Luisa García, San Anastasio, Primavera, Guadalajara, La Aurora, Limonar y Cordialidad en una extensión de 4759.6 Ha que corresponde al 11.51% del total del área del municipio.

Pastos Manejados - Rastrojo - Cultivos Semestrales (Pm/Ra/Cs): Áreas con pastos manejados dedicados a la ganadería semintensiva, asociadas con áreas en rastrojo y cultivos de maíz, sorgo y ajonjolí; se presenta en las veredas Tomín, Tomogó, Gallego y La Meseta, en una extensión de 810.5 Ha que corresponde al 1.96% del área del municipio.

Pastos Manejados- Rastrojo- Cultivos Permanentes (Pm/Ra/Cp): Áreas con pastos manejados dedicados a la ganadería semintensiva, asociadas con pequeñas áreas en rastrojo y cultivo de frutales; se encuentran en las veredas La Laguna, Luisa García, Cordialidad y Limonar, en una extensión de 591.3 Ha que corresponde al 1.43% del total del área del municipio.

Pastos Manejados- Rastrojo- Agroforestales (Pm/Ra/Af): Áreas con pastos manejados dedicados a la ganadería semintensiva, asociadas con pequeñas áreas en rastrojo y cultivos misceláneos de frutales, yuca y maíz entre otros; se encuentran en las veredas El Salitre, La Flor, Jagua-Flor, Cordialidad y Limonar en una extensión de 5219 Ha que corresponde al 1.26% del total del área del municipio.

Pastos Manejados - Rastrojo - Tierras Eriales (Pm/Ra/Te): Áreas con pastos manejados dedicados a la ganadería semintensiva, asociadas a ellas se encuentran pequeñas áreas en rastrojo y tierras erosionadas; Se presentan en las veredas Tomín, Chicualí, Caimital, Guacimito, San Antonio, Gallego, La Cañada, Luisa García, Pedregal, La Aurora, Santa Lucía, San Anastasio, Primavera, Limonar y Dindal en una extensión de 3667.9 Ha que corresponde al 8.87% del total del área del municipio.

Pasto Natural (Pn): Áreas de pastizales con especies gramíneas de regeneración natural las cuales no se les aplica manejo alguno cuando son aprovechadas para el sostenimiento de la ganadería de tipo extensivo, en algunos sectores se encontró como única cobertura protectora del suelo; se encuentra en las veredas El Porvenir, San Antonio, Pedregal, La Cañada, San Anastasio y Primavera en una extensión de 244 Ha que corresponde al 0.59% del total del área del municipio.

Pasto Natural - Tierras Eriales (Pn/Te): Áreas con cobertura de pastizales de variedades de regeneración natural con sectores en donde se observa la incidencia de procesos erosivos, principalmente de tipo laminar. Se encuentra en las veredas Santa Isabel, La Laguna, Jagua - Flor, Paraguay y Los Ciruelos; una extensión de 624.4 Ha que corresponde al 1.51% del total del área del municipio.

Potreros Rastrojados (Pr): Áreas de potreros dedicados a la ganadería extensiva las cuales no reciben un manejo agronómico para el control de malezas; se encuentran en las veredas El Salitre, Tomín, El Puño, La Aurora, Guacimito, Gallego, Tomogó, La Meseta, Patio Bonito, Guadalajara y Cordialidad; en una extensión de 525.2 Ha que corresponde al 1.27% del total del área del municipio.

Potreros Rastrojados - Cultivos Permanentes (Pr/Cp): Áreas de potreros dedicados a la ganadería extensiva y que no reciben un manejo agronómico para el control de malezas,

asociadas a ellas se presentan pequeñas cultivos de frutales; se encuentran en las veredas Guadalajara, Luisa García y Cordialidad; en una extensión de 62,00 Ha que corresponde al 0.15% del total del área del municipio.

Potreros Rastrojados - Pastos Manejados (Pr/PM): Áreas de potreros dedicados a la ganadería extensiva las cuales no reciben un manejo agronómico adecuado para el control de malezas, asociadas a ellas, se presentan pequeñas áreas de potreros con pastos manejados. Se encuentra en las veredas Guacimito y Luisa García en una extensión de 202.6 Ha que corresponde al 0.49% del total del área del municipio.

Potreros Rastrojados - Pastos Manejados - Cultivos Semestrales (Pr/Pm/Cs): Áreas de potreros dedicados a la ganadería extensiva las cuales no reciben un manejo agronómico para el control de malezas, asociadas a ellas, se presentan pequeñas áreas con pastos manejados y de cultivos como maíz y ajonjolí; Se encuentra en las veredas Limonar y Dindal en una extensión de 252.3 Ha que corresponde al 0.61% del total del área del municipio.

Potreros Rastrojados - Pastos Manejados - Rastrojo (Pr/Pm/Ra): Áreas de potreros dedicados a la ganadería extensiva que no reciben un manejo agronómico para el control de malezas, asociadas con pequeñas áreas en pastos manejados y rastrojo; se encuentra en la vereda Contreras en una extensión de 219.2 Ha que corresponde al 0.53% del total del área del municipio.

Potreros Rastrojados - Tierras Eriales (Pr/Te): Áreas de potreros dedicados a la ganadería extensiva que no reciben un manejo agronómico para el control de malezas, siendo frecuente encontrar en ellas la ocurrencia de procesos erosivos leves y moderados como erosión laminar y la formación de surcos; se encuentran en las veredas de Payandé, Contreras, Tomín, Tomogó y La Meseta en una extensión de 492.1 Ha que corresponde al 1.19% del total del área del municipio.

Potreros Rastrojados - Tierras Eriales - Pastos Manejados (Pr/Te/Pm): Áreas de potreros dedicados a la ganadería extensiva que no reciben un manejo adecuado para el control de malezas, asociadas con áreas que presentan actualmente procesos erosivos de grado ligero a moderado y en menor extensión potreros con pastos manejados; Se encuentran en la vereda El Salitre únicamente en una extensión de 318.4 Ha que corresponde al 0.77% del total del área del municipio.

Potreros Rastrojados - Tierras Eriales - Rastrojo (Pr/Te/Ra): Áreas de potreros dedicados a la ganadería extensiva que no reciben un manejo adecuado para el control de malezas, asociadas con áreas que actualmente presentan procesos erosivos de grado ligero a moderado y en menor extensión sectores con rastrojo; Se encuentran en las veredas Contreras, El Puño, Tomín, Tomogó, Gallego, La Cañada y La Meseta en una extensión de 2332.3 Ha que corresponde al 5.64% del total del área del municipio.

Potreros Rastrojados - Rastrojo (Pr/Ra): Áreas de potreros dedicados a la ganadería extensiva que no reciben un manejo adecuado para el control de malezas, asociadas a ellas se

encuentran pequeñas áreas con rastrojo; se presenta en las veredas El Salitre, Payandé, El Hobo, Contreras, Tomín, La Meseta, Patio Bonito, Caimital, San Antonio, La Cañada, Gallego, Luisa García, Santa Lucía y Guadalajara en una extensión de 1703.7 Ha que corresponde al 4.12% del total del área del municipio.

Potreros Rastrojados - Rastrojo - Cultivos Semestrales (Pr/Ra/Cs): Áreas de potreros dedicados a la ganadería extensiva que no reciben un manejo adecuado para el control de malezas, asociadas a ellas se encuentran pequeñas áreas con rastrojo y cultivos de maíz tradicional principalmente; Se encuentran en las veredas Primavera y Dindal en una extensión de 111.7 Ha que corresponde al 0.27% del total del área del municipio.

Potreros Rastrojados - Rastrojo - Pastos Manejados (Pr/Ra/Pm): Áreas de potreros dedicados a la ganadería extensiva que no reciben un manejo adecuado para el control de malezas, asociadas a ellas se encuentran pequeñas áreas con rastrojo y de pastos manejados; se encuentran en las veredas Payandé, El Porvenir y El Salitre en una extensión de 1807.1 Ha que corresponde al 4.37% del total del área del municipio.

Potreros Rastrojados - Rastrojo - Tierras Eriales (Pr/Ra/Te): Áreas de potreros dedicados a la ganadería extensiva que no reciben un manejo adecuado para el control de malezas, asociadas a ellas se encuentran pequeñas áreas con rastrojo y sectores erosionados; se presentan en las veredas Payandé, El Porvenir, El Salitre, Tomín y Patio Bonito en una extensión de 570.7 Ha que corresponde al 1.38% del total del área del municipio.

Vegetación Herbácea y Arbustiva

Cobertura vegetal de baja altura, caracterizada por presentar especies pioneras de rápido crecimiento en áreas que anteriormente fueron intervenidas y que en la actualidad no se les da ningún uso. En el municipio se encuentran las siguientes:

Rastrojo (Ra): Áreas con vegetación herbácea y arbustiva debido a que se encuentran en descanso ó han sido abandonadas, se presentan en las veredas de Payandé, El Porvenir, El Salitre, Santa Isabel, El Hobo, Caracolí, La Laguna, La Flor, Jagua Flor, El Puño, Tomín, Chicualí, Campoalegre, San Antonio, Patio Bonito, Gallego, La Meseta, San Anastasio, Primavera, Cordialidad, Limonar, Caimital, Guacimito, Luisa García, Tomogó, Guadalajara y Dindal en una extensión de 1662.4 Ha que corresponde al 4.02% del total del área del municipio.

Rastrojo - Cultivos Semestrales - Vegetación Arbórea Arbustiva (Ra/Cs/VAA): Áreas con vegetación herbácea y arbustiva debido a que se encuentran en descanso ó han sido abandonadas, asociadas a ellas se presentan pequeñas áreas con cultivos de maíz tradicional o ajonjolí; se presentan en las veredas Gallego, La Meseta y La Cañada y en una extensión de 223.3 Ha que corresponde al 0.54% del total del área del municipio.

Rastrojo - Pastos Manejados (Ra/Pm): Áreas con vegetación herbácea y arbustiva debido a que se encuentran en descanso ó han sido abandonadas, asociadas a ellas se presentan

pequeñas áreas con pastos manejados dedicados a la ganadería extensiva; se presenta en las veredas Caracolí, La Flor, Santa Isabel, Jagua - Bartolito, Contreras, Paraguay, Los Ciruelos, San Cayetano, Tomín, Piedras Blancas, Guacimito, Buenos Aires, Dindal y Malnobre; en una extensión de 2869.9 Ha que corresponde al 6.94% del total del área del municipio.

Rastrojo - Pastos Manejados - Agroforestales (Ra/Pm/Af): Áreas con vegetación herbácea y arbustiva debido a que se encuentran en descanso ó han sido abandonadas asociadas a ellas se encuentran pequeñas áreas con pastos manejados y de cultivos misceláneos como frutales, caña panelera y plátano; se encuentran en las veredas El Salitre, Chicualí, Los Ciruelos, Guacimito, Piedras Blancas y Buenos Aires; en una extensión de 802.2 Ha que corresponde al 1.94% del total del área del municipio.

Rastrojo - Pastos Manejados - Tierras Eriales (Ra/Pm/Te): Áreas con vegetación herbácea y arbustiva debido a que se encuentran en descanso ó han sido abandonadas, asociadas a ellas se encuentran pequeñas áreas con pastos manejados y sectores erosionados; se presentan en las veredas Payandé, El Hobo, Contreras, Paraguay, San Cayetano y Piedras Blancas en una extensión de 1124.86 Ha que corresponde al 2.72% del total del área del municipio.

Rastrojo - Potreros Rastrojados (Ra/Pr): Áreas con vegetación herbácea y arbustiva debido a que se encuentran en descanso ó han sido abandonadas en asocio con pequeñas áreas de potreros rastrojados dedicados a la ganadería extensiva; se encuentran en las veredas El Porvenir, Tomín, Limonar y Dindal en una extensión de 219.2 Ha que corresponde al 0.53% del total del área del municipio.

Rastrojo - Potreros Rastrojados - Pastos Manejados (Ra/Pr/Pm): Áreas con vegetación herbácea y arbustiva debido a que se encuentran en descanso ó han sido abandonadas en asocio con pequeñas áreas de potreros rastrojados y de pastos manejados en algunos sectores, dedicados a la ganadería extensiva; se encuentran en las veredas El Hobo, Santa Isabel, Caracolí, La Flor y Jagua - Flor en una extensión de 310.1 Ha que corresponde al 0.75% del total del área del municipio.

Rastrojo - Vegetación Arbórea Arbustiva - Agroforestales (Ra/VAa/Af): Áreas con vegetación herbácea y arbustiva asociada con vegetación arbórea dispersa y cultivos misceláneos como yuca, frutales y maíz; se encuentran únicamente en la vereda Contreras, en una extensión de 215 Ha que corresponde al 0.52% del total del área del municipio.

Rastrojo - Potreros rastrojados - Tierras Eriales (Ra/Pr/Te): Áreas con vegetación herbácea y arbustiva debido a que se encuentran en descanso ó han sido abandonadas en asocio con pequeñas áreas de potreros rastrojados dedicados a la ganadería extensiva y en algunos sectores se presentan procesos erosivos de grado ligero a moderado; se encuentra únicamente en la vereda Tomogó en una extensión de 95.1 Ha que corresponde al 0.23% del total del área del municipio.

Rastrojo - Tierras Eriales - Agroforestales (Ra/Te/Af): Áreas con vegetación herbácea y arbustiva debido a que se encuentran en descanso ó han sido abandonadas, asociadas con pequeñas áreas erosionadas con procesos erosivos de grado ligero a moderado y de cultivos

misceláneos como cítricos, yuca y maíz; se encuentra únicamente en la vereda Contreras con una extensión de 41.4 Ha que corresponde al 0.10% del total del área del municipio.

Rastrojo - Vegetación Arbórea Arbustiva - Pastos Manejados (Ra/VAa/Pm): Áreas con vegetación herbácea y arbustiva asociada con vegetación arbórea dispersa y pequeñas áreas de potreros con pastos manejados dedicadas a la ganadería semintensiva; se encuentran únicamente en la vereda Contreras, en una extensión de 789.9 Ha que corresponde al 1.91% del total del área del municipio.

Rastrojo - Bosque Secundario (Ra/Bs): Son áreas que fueron intervenidas para el establecimiento de algún cultivo o potrero y abandonadas posteriormente, se encuentran aledañas a pequeños relictos de bosque secundario. Estas áreas actualmente comienzan a presentar recuperación de la vegetación arbórea y arbustiva; se presentan en las veredas de Payandé, Santa Isabel y La Laguna; con un área de 157.10 Ha que corresponde al 0.38% del total del área del municipio.

Áreas sin Uso Agropecuario y/o Forestal

Áreas destinadas a la industria, casco urbano, caseríos, minería ó tierras sin ningún tipo de cobertura vegetal.

Tierras Eriales (Te): Áreas que han sido erosionadas completamente debido a factores naturales o antrópicos principalmente por la actividad minera, en el municipio se encuentran en las veredas El Hobo, Guadalajara, Guacimito, Luisa García y La Aurora; en una extensión de 66.20 Ha que corresponde al 0.16% del total del área del municipio.

Zonas Mineras y de Canteras (Zm): Áreas destinadas a la explotación minera especialmente de caliza y mármol; los principales frentes de explotación se encuentran en el corregimiento de Payandé, y las veredas El Salitre, Gallego, Tomogó y La Meseta; en una extensión de 115.8 Ha que corresponde al 0.28% del total del área del municipio.

Zonas Urbanas (Zu): Es el área donde se localiza la mayor densidad de la población, los centros de mayor actividad comercial, hospitalaria y educativa; presenta un área de 120.7 Ha que corresponde al 0.29% del total del área del municipio, pertenecientes a la cabecera municipal y al casco urbano del corregimiento de Payandé.

Bosques

Los bosques son tipos de cobertura vegetal que se caracterizan por la homogeneidad de sus elementos, producto de la dinámica ecológica. En el municipio se encontró el siguiente:

Bosque Secundario (Bs.): Se incluyen en esta clasificación las áreas de bosque natural que ha sufrido intervención antrópica y que actualmente presentan un proceso de recuperación natural o de revegetalización inducida por el hombre.

En esta clasificación se contemplan también el bosque ribereño que protegen cauces naturales y nacimientos de agua; se localizan en las veredas Payandé, El Salitre, El Hobo, Santa Isabel,

La Flor, Paraguay, Contreras, Tomín, Guacimito, Buenos Aires, Campoalegre, La Meseta, La Cañada, Pedregal, Luisa García, Guadalajara, Limonar y Dindal. El área que actualmente presenta este tipo de cobertura es de 802.2 Ha que corresponde al 1.94% del total del área del municipio.

En la Tabla 3-8 se presenta los diferentes tipos de uso y cobertura del suelo, el área y los porcentajes equivalentes con respecto al área total del municipio.

Tabla 3-8. Uso y cobertura actual del suelo en el Municipio de San Luis (Tolima)

TIPO DE USO Y COBERTURA	SÍMBOLO	AREA	
		Has.	%
Áreas de cultivos semestrales de arroz, sorgo y maíz principalmente.	Cs	2.067,60	5,00
Áreas de cultivos semestrales de sorgo y maíz asociadas con áreas de pastos manejados dedicadas a la ganadería semintensiva	Cs/Pm	1.323,30	3,20
Áreas de cultivos semestrales de sorgo y maíz asociadas áreas de potreros rastrojados dedicadas a la ganadería extensiva.	Cs/Pr	256,40	0,62
Áreas dedicadas a cultivos semestrales como maíz, sorgo y ajonjolí asociadas con áreas de rastrojo.	Cs/Ra	86,80	0,21
Áreas de cultivos permanentes principalmente cítricos.	Cp	62,00	0,15
Áreas de cultivos permanentes como yuca y plátano asociadas con áreas de potreros rastrojados y pastos manejados en menor extensión dedicadas a la ganadería semintensiva.	Cp/Pr/Pm	57,90	0,14
Áreas de cultivos como café, plátano, yuca, caña panelera, asociadas con áreas de pastos manejados y potreros rastrojados dedicadas a la ganadería extensiva.	Af/Pm/Pr	380,40	0,92
Áreas de cultivos como café, plátano, yuca, caña panelera, asociadas con pequeñas áreas de rastrojo y pastos manejados dedicadas a la ganadería extensiva.	Af/Ra/Pm	463,20	1,12
Áreas de pastos manejados dedicadas a la ganadería semintensiva.	Pm	1.906,30	4,61
Áreas de pastos manejados dedicadas a ganadería semintensiva asociadas con pequeñas áreas de cultivos semestrales de maíz, ajonjolí V algodón.	Pm/Cs	401,10	0,97

TIPO DE USO Y COBERTURA	SÍMBOLO	AREA	
		Has.	%
Áreas de pastos manejados dedicadas a la ganadería semintensiva asociadas con pequeñas áreas en cultivos permanentes principalmente cítricos y semipermanentes como yuca y tabaco.	Pm/Cp	765,00	1,85
Áreas de pastos manejados dedicadas a ganadería semintensiva asociadas con pequeñas áreas en cultivos permanentes como frutales y plátano, y áreas con rastrojo.	Pm/Cp/Ra	16,50	0,04
Áreas de pastos manejados dedicadas a la ganadería semintensiva, asociadas con pequeñas áreas en cultivos misceláneos como frutales, plátano, yuca, maíz etc.	Pm/Af	161,30	0,39
Áreas de pastos manejados y pequeñas áreas en potreros rastrojados dedicadas a la ganadería semintensiva	Pm/Pr	343,20	0,83
Áreas de pastos manejados y pequeñas áreas en potreros rastrojados dedicadas a la ganadería semintensiva, asociadas con pequeñas áreas de cultivos semestrales como maíz, ajonjolí, algodón y patilla principalmente.	Pm/Pr/Cs	2.758,20	6,67
Áreas de pastos manejados dedicadas a la ganadería semintensiva con pequeñas áreas en rastrojo.	Pm/Ra	4.759,60	11,51
Áreas de pastos manejados dedicadas a la ganadería semintensiva con pequeñas áreas en rastrojo y cultivos de maíz, sorgo, etc.	Pm/Ra/Cs	810,50	1,96
Áreas de pastos manejados dedicadas a la ganadería semintensiva con pequeñas áreas en rastrojo y cultivos de frutales.	Pm/Ra/Cp	591,30	1,43
Áreas de pastos manejados dedicadas a la ganadería semintensiva con pequeñas áreas en rastrojo y cultivos misceláneos.	Pm/Ra/Af	521,00	1,26
Áreas de pastos manejados dedicadas a la ganadería semintensiva con pequeñas áreas en rastrojo y tierras eriales.	Pm/Ra/Te	3.667,90	8,87
Áreas de pastizales con especies nativas que ofrecen protección al suelo	Pn	244,00	0,59
Áreas de pastizales con especies nativas que ofrecen protección al suelo asociadas con tierras eriales.	Pn/Te	624,40	1,51
Áreas destinadas al pastoreo del ganado sin prácticas de manejo.	Pr	525,20	1,27

TIPO DE USO Y COBERTURA	SÍMBOLO	AREA	
		Has.	%
Áreas destinadas al pastoreo del ganado sin prácticas de manejo asociadas con pequeñas áreas de cultivos de frutales.	Pr/Cp	62,00	0,15
Áreas destinadas al pastoreo del ganado sin prácticas de manejo asociadas con pequeñas áreas en donde se práctica un manejo adecuado de malezas dedicadas a la ganadería extensiva.	Pr/Pm	202,60	0,49
Áreas destinadas al pastoreo del ganado sin prácticas de manejo, asociadas con pequeñas áreas en donde se práctica un manejo adecuado de malezas y cultivos semestrales de maíz y ajonjolí principalmente.	Pr/Pm/Cs	252,30	0,61
Áreas destinadas al pastoreo del ganado sin prácticas de manejo, asociadas con pequeñas áreas en donde se práctica un manejo adecuado de malezas y sectores con rastrojo.	Pr/Pm/Ra	219,20	0,53
Áreas destinadas al pastoreo del ganado sin prácticas de manejo con sectores erosionados.	Pr/Te	492,10	1,19
Áreas destinadas al pastoreo del ganado sin prácticas de manejo con sectores erosionados y pequeñas áreas de potreros con pastos manejados dedicados a la ganadería	Pr/Te/Pm	318,40	0,77
Áreas destinadas al pastoreo del ganado sin prácticas de manejo con sectores erosionados y pequeñas áreas con rastrojo.	Pr/Te/Ra	2.332,30	5,64
Áreas destinadas al pastoreo del ganado sin prácticas de manejo asociadas con pequeñas áreas con rastrojo.	Pr/Ra	1.703,70	4,12
Áreas destinadas al pastoreo del ganado sin prácticas de manejo, asociadas con pequeñas áreas con rastrojo y cultivos	Pr/Ra/Cs	111,70	0,27
Áreas destinadas al pastoreo del ganado sin prácticas de manejo, asociadas con pequeñas áreas con rastrojo y potreros con pastos manejados dedicados a la ganadería extensiva.	Pr/Ra/Pm	1.807,10	4,37
Áreas destinadas al pastoreo de ganado sin prácticas de manejo, asociadas con pequeñas áreas de rastrojo y tierras erosionadas.	Pr/Ra/Te	570,70	1,38
Tierras erosionadas totalmente.	Te	66,20	0,16
Áreas con vegetación herbácea y arbustiva.	Ra	1.662,40	4,02
Áreas con vegetación herbácea y arbustiva, asociadas con pequeñas áreas de cultivos de maíz tradicional y árboles nativos.	Ra/Cs/VAA	223,30	0,54
Áreas con vegetación herbácea y arbustiva, asociadas con pequeñas áreas de pastos manejados dedicados a la ganadería extensiva.	Ra/Pm	2.869,90	6,94
Áreas con vegetación herbácea y arbustiva, asociadas con pequeñas áreas de potreros manejados dedicados a la ganadería extensiva y cultivos misceláneos de frutales, caña panelera, plátano entre otros.	Ra/Pm/Af	802,20	1,94

TIPO DE USO Y COBERTURA	SÍMBOLO	AREA	
		Has.	%
Áreas con vegetación herbácea y arbustiva, asociadas con pequeñas áreas de potreros manejados dedicadas a la ganadería extensiva y tierras erosionadas.	Ra/Pm/Te	1.124,80	2,72
Áreas con vegetación herbácea y arbustiva, asociadas con pequeñas áreas de potreros sin prácticas de manejo.	Ra/Pr	219,20	0,53
Áreas con vegetación herbácea y arbustiva, asociadas con pequeñas áreas de potreros sin prácticas de manejo y con manejo dedicadas a la ganadería extensiva.	Ra/Pr/Pm	310,10	0,75
Áreas con vegetación herbácea y arbustiva, asociadas con áreas erosionadas y de cultivos misceláneos frutales, maíz, yuca, etc.	Ra/Te/Af	41,40	0,10
Áreas con vegetación herbácea y arbustiva, asociadas con vegetación arbórea y potreros con pastos manejados dedicados a la ganadería semintensiva.	Ra/VAa/Pm	789,90	1,91
Áreas con vegetación herbácea y arbustiva, asociadas con relictos de bosque secundario que protegen nacimientos de agua.	Ra/Bs	157,10	0,38
Áreas de bosque secundario que protegen nacimientos o cauces naturales.	Bs	802,20	1,94
Áreas donde se efectúa actividad minera a campo abierto de calizas y mármoles principalmente.	Zm	115,80	0,28
Área del casco urbano del municipio y del corregimiento de Payandé	Zu	120,70	0,29
Red Hídrica: Drenajes naturales como quebradas y ríos		836,40	2,02
TOTAL		413541,7	100,00

Fuente: EOT. 2001

Área de Influencia Directa

El lote está cubierto por pastos manejados y rastrojos (*PM/Ra*): Áreas de pastos manejados dedicados a la ganadería semintensiva con pequeños sectores en rastrojo. Son áreas de producción económica moderada favorables para la explotación.

3.2.5 Conflictos de uso del suelo

Los conflictos de uso del suelo determinados en el municipio, están relacionados con los cultivos específicos seleccionados en la aptitud del suelo, para establecer de esta forma el uso inadecuado que se le está dando a la tierra desde el punto de vista agropecuario.

Áreas en Conflictos

Las áreas en conflicto son el resultado de la confrontación entre el uso actual del suelo y el uso potencial de las unidades de tierras. A continuación se describe cada uno de los calificativos determinados en la evaluación de las unidades de tierras del municipio:

Áreas en Equilibrio (E): Se presenta cuando el uso dado a una unidad de tierras corresponde al determinado en la aptitud de uso; para el caso del municipio, este tipo de áreas se presenta en suelos que son aptos para el establecimiento de cultivos de alto rendimiento como los que se encuentran en las terrazas aluviales, en donde actualmente son aprovechados mediante el establecimiento de cultivos semestrales como arroz, sorgo, algodón, maíz entre otros.

Este tipo de conflicto se presenta en las unidades de suelos que se encuentran en los paisajes de sinclinal, espinazos, cresta monoclinal, valles subsecuentes, complejo sedimentario, montañas, colinas, altillanura, montañas erosionales, anticlinal, piedemonte diluvial del abanico formado por el volcán cerro machín, piedemonte coluvial y valles aluviales, que presentan una aptitud de clase alta para el establecimiento de cultivos agrícolas y explotación pecuaria.

Las áreas en equilibrio presentan un área de 29.113,4 Ha, que corresponden al 70,40 % de la extensión total del municipio; se encuentran en las veredas Payandé, El Porvenir, El Salitre, El Hobo, Caracolí, Santa Isabel, La Laguna, La Flor, Jagua Flor, Jagua Bartolito, Contreras, Paraguay, El Puño, Tomín, Chicualí, Los Ciruelos, San Cayetano, Piedras Blancas, Guacimito, Buenos Aires, Campoalegre, Caimital, San Antonio, Patio Bonito, Tomogó, Gallego, La Meseta, Santa Lucía, Pedregal, Primavera, Guadalajara, Luisa García, La Aurora, Limonar, Cordialidad, Dindal y Malnombre.

Áreas en Conflicto Ligero (Cl): Este tipo de conflicto se presenta en áreas que poseen cierto grado de aptitud para ser explotadas desde el punto de vista agropecuario siempre y cuando se lleven a cabo ciertas prácticas de conservación de los suelos; en el caso de que estas no se cumplan, el uso inadecuado produce deterioro paulatino de los mismos. En el municipio este tipo de conflicto se presenta en las unidades fisiográficas - edafológicas de sinclinal, espinazos, cresta monoclinal, valles subsecuentes, complejo sedimentario, colinas, lomas, montañas erosionales, espinazos, complejo sedimentario, anticlinal y abanico diluvial del volcán cerro machín; en donde los suelos son utilizados en cultivos de pancoger como yuca, plátano, caña panelera y ganadería extensiva de doble propósito, sin tener en cuenta las fuertes pendientes, ni adelantar prácticas de conservación y manejo de los suelos.

La extensión total del municipio que presenta este tipo de conflictos es de 8.369,10 Ha, que corresponden al 20,24 % del área total; se localizan en las veredas Payandé, El Porvenir, El Salitre, El Hobo, La Flor, Contreras, Paraguay, El Puño, Tomín, Los Ciruelos, San Cayetano, Caimital, San Antonio, Guacimito, Tomogó, Gallego, La Meseta, La Cañada, San Anastasio, Pedregal, Santa Lucía, Luisa García, Primavera y La Aurora.

Áreas en Conflicto Moderado (Cm): Se presenta en áreas en donde los suelos son utilizados en ganadería extensiva de doble propósito sin tener en cuenta el grado de pendientes de los suelos y sin adelantar prácticas de manejo y conservación de los mismos. En el municipio se presenta en suelos pertenecientes a los paisajes montañas erosiónales, colinas y abanico diluvial del volcán Cerro Machín, en un área de 1.293,40 Ha que corresponden al 3,13 % de la extensión total del municipio; se encuentra en las veredas Payandé, Tomogó, La Meseta, Limonar, Dindal y Malnombre.

Áreas en Conflicto Severo (Cs): Este tipo de conflicto se presenta cuando el uso dado a una unidad de tierra se efectúa contrario a la aptitud o cuando se realizan actividades acordes con el uso potencial pero sin cumplir a gran cabalidad con los procedimientos ambientales ocasionando desequilibrios e impactos ambientales severos. En el municipio se presentan en algunas áreas intervenidas por la explotación minera de calizas a gran escala realizada por la multinacional Cemex de Colombia, en donde la empresa aún no ha realizado actividades de recuperación geomorfológica; también se presentan en sectores de pequeña minería de mármol en los cuales no se cumplen con los requerimientos ambientales para la explotación de materiales a campo abierto.

De otra parte, este tipo de conflictos se presenta también en las áreas con altas pendientes utilizadas en ganadería extensiva de doble propósito, la cual se realiza sin prácticas de manejo y conservación de los suelos favoreciendo la incidencia de procesos erosivos. Este tipo de conflictos también se presenta en áreas de la zona urbana de la cabecera municipal y del centro poblado de Payandé que actualmente presentan problemas de inestabilidad. En el municipio este tipo de conflictos presenta un área de 1.583,90 Ha que corresponden al 3,83 % de la extensión total del municipio, se encuentra en las veredas Payandé, El Salitre, El Hobo, La Laguna, Santa Isabel, Jagua Flor, Jagua Bartolito, Paraguay, Chicualí, Los Ciruelos, Guacimito, Gallego, Tomogó, La Meseta, Guadalajara, Luisa García y La Aurora.

Área de Influencia Directa

El lote donde se ubica la infraestructura para la planta de cemento está en equilibrio, el uso dado a corresponde al determinado en la aptitud de uso, pues la aptitud es para uso agroforestal y es el uso que actualmente se está dando.

3.2.6 Hidrología

La red hidrológica del municipio pertenece a las cuencas hidrográficas de los ríos Coello, Luisa, Cucuana y Saldaña; el río Luisa es la corriente superficial más importante para el municipio, drena de norte a este, allí tributa la quebrada El Cobre, principal fuente hídrica porque abastece el acueducto de la cabecera municipal y este a su vez, a once (11) veredas, a la cuenca del río Cucuana tributa la quebrada Chipalo que drena la mitad de la extensión del municipio, lo que lo convierte en una fuente hídrica potencial.

La red hídrica que drena hacia la cuenca del río Coello en la parte Norte del municipio, está conformada por drenajes naturales intermitentes que poseen agua en la mayor parte del año en los meses de invierno; para la cuenca del río Saldaña tributan las quebradas Dindales y Malnombre en el sur del municipio. En la parte Sur-Este del municipio se presenta un área del 607,90 Has drenada por las quebradas Lemaya y Lemayacito, las cuales fluyen hacia el municipio del Guamo. En la Tabla 3-9 se presenta la red hídrica del Río Luisa.

Tabla 3-9. Cuenas, subcuenas, microcuenas y tributarios del Municipio de San Luis

CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCA	TRIBUTARIO	AREA	
				(Ha)	%
Rio Luisa	Q. El Cobre	Q. Las juntas	Q. Aguirre	4449,70	10,76
			Q. Río frío		
		Q. La hondura	Q. El salto		
			Q. La resaca		
		Q. El salado			
	Q. La Jagua		Q. Diomate	2617,70	6,33
			Q. Mercader		
			Q. Arenosa		
		Q. Chunchullo		62,00	0,15
	Tributarios directos	Q. Azabache	Q. Rompeverjilla	5835,10	14,11
		Q. El ingenio			
		Q. Cuchitos			
		Q. Pedregosa			
		Q. La flor			
		Q. Mogollón			
		Q. Bañadera			
			Subtotal	12964,50	31,35

Fuente: EOT del Municipio de San Luis.

Evaluación de la disponibilidad de agua (oferta)

Para determinar si la disponibilidad de agua del municipio es suficiente, se realizó un análisis hidrológico a las microcuenas que abastecen en la actualidad al acueducto de la cabecera municipal y las que abastecen acueductos veredales; así como también, las que se pueden considerar como posibles alternas de abastecimiento de agua a un mediano y largo plazo.

En la revisión de datos históricos se encontró que el municipio posee registros de mediciones de caudal para las corrientes superficiales de las quebradas El Cobre, Aguirre, Río Frío, El Salto, Diomate, El Chunchullo, Gaudal, Castañal; efectuados por la Oficina de Servicios Públicos Municipales, la Asociación Comunitaria de Usuarios de Payandé o comunidades

beneficiarias de la parte rural, que por iniciativa propia mantienen un control en las fuentes de abastecimiento de agua.

Corrientes Superficiales que Abastecen Acueductos

- *Quebrada Aguirre.* Esta corriente superficial nace en la parte Norte del municipio, en la vereda Payandé, posee un área de 446,60 Has, una longitud de cauce de 6,63 km y pendiente promedio 8,3%; abastece de agua a los acueductos de las veredas El Hobo, Santa Isabel y el corregimiento del Payandé beneficiando a una población de 2640 habitantes junta con las quebradas Río Frío y El Salto.
- *Quebrada Río Frío.* El cauce natural nace en la parte Norte del municipio, en la vereda del Porvenir, tiene un área de 624,50 Has, una longitud de cauce principal de 4,55 km y pendiente promedio del 13,2%; es la fuente de abastecimiento para los acueductos de las veredas El hobo, Santa Isabel y del corregimiento de Payandé.
- *Quebrada El Salto.* Esta corriente superficial nace en el Nor-oeste del municipio, en la vereda El Salitre y desemboca en la quebrada Las Juntas; la cuenca tiene una superficie de drenaje de 785,70 Has, una longitud del cauce principal de 4,72 km y pendiente promedio de 9,5%, abastece de agua también al acueducto del corregimiento del Payandé.
- *Quebrada El Cobre.* Nace en la parte Norte del municipio, drenando las veredas, El Salitre y el Hobo, antes de desembocar en el río Luisa; posee un caudal promedio de 80,00 L/seg; esta micro cuenca tiene una superficie de 2592,90 Has, una longitud de cauce de 7,50 Km y pendiente promedio de 3.3%. Actualmente abastece el acueducto municipal con una captación de 32 L/seg y beneficiando a una población de 3768 habitantes, por consiguiente, presenta una oferta de agua suficiente para continuar satisfaciendo los requerimientos de la población del casco urbano y de las veredas Contreras, Los Ciruelos, Campo Alegre, Caimital, La Aurora, Primavera, Santa Lucia, Luisa García, Buenos Aires, Pedregal y Guacimito.
- *Quebrada Diomate.* Esta corriente superficial nace en el Noroeste del municipio en la vereda Jagua Flor y desemboca en la quebrada La jagua; tiene un área de 86,80 Ha, una longitud de cauce principal de 2,60 km y pendiente promedio de 3,3%, abastece de agua al acueducto de la vereda Paraguay, beneficiando a 233 habitantes.
- *Quebrada Gaudal.* Nace en el suroeste del municipio en la vereda Tomogo, tiene un area de 223,30 Ha, una longitud del cauce principal de 2,95 km y pendiente promedio de 10,2%; es la fuente de abastecimiento de agua para el acueducto de la vereda Gallego, beneficiando a las 150 habitantes.
- *Quebrada Castañal.* Esta corriente superficial nace en la parte suroeste del municipio y desemboca en la quebrada La Cañada, tiene un área de 107,50 Ha, una longitud del cauce principal 1,35 km y pendiente promedio del 3,70%; abastece de agua al acueducto de la vereda Cañada, beneficiando a 85 personas.
- *Quebrada El Chunchullo.* Nace en el suroeste del municipio en la vereda San Cayetano y desemboca en el Río Luisa, tiene un área de 62,00 Has, una longitud de cauce principal de 1,95 km y pendiente promedio del 5,60 %, abastece de agua al acueducto de las veredas San Cayetano y Piedras Blancas, beneficiando a 310 personas.

Las veredas Tomín y Chicualí se abastecen de agua de un pozo profundo, localizado en la vereda Chicualí, beneficiando a 504 habitantes. En la actualidad, las demás veredas del municipio no poseen acueductos y el agua que utilizan para el consumo y actividades económicas se capta directamente de pequeñas quebradas y aljibes. La Tabla 3-10 presenta las características hidrológicas de estos cauces

Tabla 3-10. Características hidrológicas de los cauces

No	Corriente Superficial	Área Microcuenca	Longitud Cauce principal (km)	Pendiente Promedio (%)	Caudal Oferta (L/seg)	Caudal Captado
1	Q. Aguirre	446,6	6,63	8,3	15,0	6,0
2	Q. Río Frio	624,5	4,55	13,2	22,0	11,0
3	Q. El salto	787,7	4,72	9,5	25,0	12,0
4	Q El cobre	2590,9	7,5	3,3	80,0	30,0
5	Q. el Diomate	86,8	2,6	3,8	5,0	3,0
6	Q. Chunchullo	62	1,95	5,6	11,5	3,0
7	Q. Guadal	223,3	2,95	10,2	15,0	5,0
8	Q. Castañal	107,5	1,35	3,7	6,0	4,0

Fuente: EOT del municipio de San Luis

Fuentes Hidricas Alternas

Para el análisis de estas fuentes se tomo como referencia aquellas corrientes superficiales que se encuentran cerca de núcleos poblacionales, presentan un caudal significativo y poseen área significativa, entre las que se clasificaron están las quebradas Jagua, Chipalo, Pava, Calzon, Madroño y Dindales. Las características principales de estas fuentes alternas son:

- *Quebrada la Jagua.* Esta corriente superficial nace en el Norte del casco Urbano, drena en su recorrido las veredas de Santa Isabel, Jagua Flor, Jagua – Bartolito y Paraguay; desemboca en el río Luisa. La cuenca tiene una superficie de 2617,70 Has, una longitud del cauce principal de 12,45 km y pendiente promedio de 1,20%. Sobre esta quebrada existen concesiones de agua otorgadas por CORTOLIMA por un caudal de 1,00 L/seg, para fines domésticos.
- *Quebrada Chipalo.* Este cauce natural nace al suroeste del casco municipal, en la vereda contreras y transcurre hacia el sur drenando a las veredas Contreras, El Puño, Tomín, Patio Bonito, San Antonio, Caimital, Pedregal, Santa Lucia y Primavera, desembocando en el río Cucuana; la cuenca tiene una superficie de drenaje de 12563,40 Ha, una longitud de cauce principal de 31,15 km y pendiente promedio de 1,0%. Las concesiones otorgadas por CORTOLIMA sobre esta corriente superficial suman 29,4 L/seg utilizados para uso agropecuario.

- *Quebrada Pravá.* Este cauce natural nace en el suroeste del municipio drenando en su recorrido las veredas Guacimito, La aurora, Luisa García y Guadalajara, desemboca en el río Cucuana; la cuenca tiene un área de 5289,20 Has, una longitud del cauce principal de 19,86 km y pendiente promedio del 1,0% sobre esta quebrada se tiene registrada una concesión de aguas otorgadas por CORTOLIMA, en una cantidad de 35,0 L/seg utilizados principalmente para riego en cultivos de arroz
- *Quebrada Calzón.* Esta fuente hídrica nace en la parte Sur del municipio en la vereda Cordialidad y desemboca en el río Cucuana, la cuenca tiene un área de 628,60 Has, una longitud 2,77 km y pendiente promedio del 1,0%.
- *Quebrada Madroño.* Nace al sureste del municipio, drena la vereda Luisa García, desemboca en el río Cucuana, presenta una superficie de 781,60 Has, una longitud de cauce principal de 5,70 km y pendiente promedio 1,0%. Las concesiones de agua otorgadas por CORTOLIMA sobre esta quebrada suman 4,00L/seg., utilizados para uso agropecuario.
- *Quebradas Dindales.* Este cauce natural nace en la parte sur del municipio en la vereda Limonar, drenando en su recorrido las veredas Limonar y Dindal, desembocando en el río Cucuana, tiene un área de 727,80 Has, una longitud de cauce principal de 6,25 km y pendiente promedio de 1,0%.
- *Quebrada Malnombre.* Nace en la parte sur del municipio en la vereda Limonar, drena en su recorrido a las veredas Limonar, Dindal y Malnombre; presenta una superficie de 1352,30 Ha, una longitud del cauce principal de 7,0 km y pendiente promedio de 1,0%

En la Tabla 3-11 se presenta las principales características hidrológicas de estas corrientes.

Tabla 3-11. Microcuencas potenciales para el abastecimiento de agua

Microcuenca	Caudal Aforado (L/seg)	Área (has)	Long Cauce Principal	Pendiente promedio (%)
Q La jagua	64,8	2617,7	12,45	1,2
Q. Chipalo	67,2	12563,4	34,15	1,0
Q. Pava	24,3	5289,2	19,86	1,0
Q. Madroño	7,5	781,6	5,7	1,0
Q. Calzón	NSR	628,6	2,77	1,0
Q. Dindales	NSR	727,8	6,25	1,0
Q. Malnombre	11,3	1352,3	7	1,0

Fuente: EOT del municipio de San Luis

Aguas Subterráneas

El aprovechamiento de las aguas subterráneas disponibles en el municipio se realiza especialmente a través de aljibes, siendo la principal fuente de abastecimiento de agua en la parte sur. Existen aproximadamente 288 aljibes distribuidos en las veredas El Puño, Tomogo, Patio Bonito, San Antonio, San Anastasio, Guadalajara, Cordialidad, Limonar, Dindal y Malnombre, beneficiando una población de 1844 habitantes.

- *Acueductos Veredales.* El municipio está conformado por 39 veredas de las cuales 25 cuentan con infraestructura para el suministro de agua para el consumo humano, a través de acueductos comunales, los cuales se describen a continuación:
- *Acueducto principal.* Este acueducto además de abastecer el casco urbano, abastece también a once (11) veredas: Contreras, Los ciruelos, Campo Alegre, Caimital, La aurora, Primavera, Santa Lucía, Luisa García, Buenos aires, Pedregal y Guacimito. Capta un caudal de 30 L/seg por gravedad de la quebrada El cobre.
- *Acueducto Vereda Hobo, Santa Isabel y corregimiento de Payandé.* Este corregimiento junto con las veredas El Hobo y Santa Isabel se abastecen de agua de las quebradas Aguirre, Río frío y El Salto de donde captan por gravedad 29 L/ seg.
- *Acueducto vereda Paraguay.* Esta comunidad tiene como fuente de abastecimiento de agua, la quebrada Diomate, de donde captan 3,0 L/seg por el sistema de gravedad.
- *Acueducto vereda San Cayetano y Piedras Blancas.* Estas veredas se abastecen de agua de la quebrada El Chunchullo, de donde captan mediante bombeo 3,0 L/seg.
- *Acueducto vereda Gallego.* El acueducto comunal de esta vereda se abastece de agua por bombeo de la quebrada Guadal, captando un caudal de 5,0 L/seg
- *Acueducto vereda Cañada.* Este acueducto comunal capta por bombeo de la quebrada Castañal un caudal de 4,0 L/seg.

Las veredas Tomín y Chicualí se abastecen de agua de un pozo profundo situado en la vereda Tomín

Otros. Los habitantes de las veredas El Puño, Guadalajara, Cordialidad, Limonar, Dindal Malnombre, San Anastasio, San Antonio, Patio Bonito, El porvenir, El salitre y Tomogó, que un total suman aproximadamente 3164 habitantes, no poseen acueductos y suplen sus necesidades de agua en forma individual mediante tomas directas con mangueras a pequeñas quebradas y de aljibes principalmente.

Demanda de Agua

La principal demanda de agua en el municipio es para el consumo humano, le siguen en su orden para riego de cultivos como arroz y frutales, sostenimiento de piscicultura de subsistencia y la recreación.

Concesiones de agua

En el municipio, CORTOLIMA ha otorgado hasta la fecha 63 concesiones de agua que corresponde a un caudal de 3152,06 L/seg los cuales son captados 17 corrientes superficiales. En la Tabla 3-12 se presentan las microcuencas y los caudales concesionados por Cortolima:

Tabla 3-12. Cuencas, microcuencas y causales concesionados por Cortolima a Diciembre de 1999

Cuenca Microcuenca	Caudal concesionado (L/seg)	Uso Principal
Rio Luisa	325,4	Agrícola y pecuario
Rio Cucuana	2661,15	Agrícola
Rio Saldaña	56	Agrícola
Quebrada Rio frio	12	Domestico
Quebrada Aguirre	6	Domestico
Quebrada El Provenir	11	Domestico
Quebrada Diomate	1,3	Domestico
Quebrada La bañadera	0,4	Domestico
Quebrada La balsa	1	Domestico
Quebrada EL Chunchullo	4,11	domestico y pecuario
Quebrada La ceiba	0,2	Domestico
Quebrada Chipalo	17	Agrícola y pecuario
Quebrada Tomín	4,5	Agrícola y pecuario
Quebrada Chinguala	6	Agrícola y pecuario
Quebrada Chicualí	7	Agrícola y pecuario
Quebrada pava	35	Agrícola y pecuario
Quebrada Madroño	4	Pecuario
Total concesionado	3152,06	

Fuente: EOT Municipio de San Luis

Usos del Agua Otorgada en concesión

El mayor uso que se le da al agua otorgada en concesión por CORTOLIMA en el municipio, es para fines agrícolas; sin embargo, también se utiliza en otros sectores agropecuarios y domestico de la siguiente forma:

- Uso agrícola: 2879.16 L/seg. Para riego de cultivos de arroz principalmente y de algunas aéreas con frutales.
- Uso pecuario: 239,20 L/seg
- Uso domestico: 33,70 L/seg

En la parte Sur del municipio, vereda Guadalajara, se encuentra ubicada la bocatoma sobre el río Cucuana que capta agua para el distrito de riego USOCOELLO, del cual el municipio no se beneficia.

3.2.7 Calidad del agua

La caracterización del agua en el municipio se realizó de la siguiente manera:

Sitios de Muestreo

El municipio definió 14 puntos de muestreo para efectuar análisis físico-químico y bacteriológico de corrientes superficiales que abastecen acueductos, sitios que fueron escogidos con criterio técnico, teniendo en cuenta la utilización de la fuente de agua, como es el caso de las quebradas Aguirre, Río Frio, y El Salto, que además de abastecer los acueductos de tres (3) veredas, tributan a la quebrada El Cobre, la cual es la fuente de abastecimiento del acueducto urbano y de 11 veredas.

En el último punto de muestreo se localizó en la quebrada La Manga, tributario de la quebrada La Liga, que es la fuente de abastecimiento de agua para el acueducto del municipio del Valle de San Juan y del cual se abastecen de agua las veredas La Flor, Caracolí, Jagua Flor y Jagua Bartolito del municipio de San Luis.

Tabla 3-13. Sitios de muestreo para análisis fisicoquímico y bacteriológico en el Río Luisa

FUENTE	SITIOS DE MUESTREO	VEREDA
Río Luisa	Puente Alegre	El hobo
Río Luisa	Finca Granate	San Cayetano

Fuente: EOT municipio de San Luis

El municipio de San Luis realizó un análisis físico – químico y bacteriológico del agua que suministra los aljibes, a 13 muestras recolectadas al azar (Tabla 3-14).

Tabla 3-14. Sitios de muestreo para análisis fisicoquímico y bacteriológico de aguas subterráneas para consumo humano

N	VEREDA	PREDIO	PROPIETARIO	PROFUNDIDAD TOTAL (m)	PROFUNDIDAD LAMINA DE AGUA (m)	USUARIOS
1	Malnombre	Cajones	Segundo Lozano	7,0	3,0	5
2	Malnombre	El palmar	Arnulio leal	9,0	4,0	9
3	Dindal	Cajones	Camilo Oyuela	24,0	6,0	7
4	Dindal	El porvenir	Ricardo Fuentes	19,0	6,0	3
5	Limonar	La aurora	Alfonso Aragón	18,0	4,0	8

N	VEREDA	PREDIO	PROPIETARIO	PROFUNDIDAD TOTAL (m)	PROFUNDIDAD LAMINA DE AGUA (m)	USUARIOS
6	Limonar	El ventarrón	María Padilla	18,0	7,0	12
7	Cordialidad	El corazón	Margarita Montaña	9,0	5,0	7
8	Guadalajara	Villa maría	Eduardo Rodríguez	6,5	4,0	5
9	San Antonio	San Antonio	Erasmó Preciado	13,0	3,0	5
10	Patio Bonito	La Esperanza	Aljibe Comunitario	14,0	7,0	30
11	Patio Bonito	Sta. teresa	Evelio Carvajal	6,0	2,0	8
12	Tomogó	Buenos Aires	Aljibe Comunitario	9,0	6,0	30
13	El puño	El puño	Roque Galeano	15,0	6,0	10

Fuente: EOT Municipio de San Luis

Se observa en la Tabla 3-14, que la lámina de agua es superficial, debido a las características hidrogeológicas de los depósitos cuaternarios como la Formación Machín.

Resultados Análisis de laboratorio

Análisis Físico – Químicos. Los resultados de los análisis Físico – Químicos efectuados a las diferentes muestras son los siguientes resultados según el Decreto 475 de 1998:

- **PH:** La mayoría de las corrientes superficiales monitoreadas, se encuentran dentro del rango admisible, exceptuando la quebrada Chipalo (nacimiento) que presenta un PH de 6,23 unidades considerado como ligeramente bajo. Las muestras de agua subterráneas (aljibes) se registraron también dentro del rango admisible.
- **Color:** Las quebradas El Salto, El Cobre, Chipalo (Nacimiento), La manga, Castañal y el Río Luisa (finca El Granate), presentaron valores bajos según el rango admisible, las demás muestras registraron valores iguales a cero. Las muestras 1 y 2 de aguas subterráneas (aljabas) localizadas en la vereda Malnombre, registraron valores altos, las demás presentaron valores dentro del rango admisible.
- **Turbiedad:** En las quebradas El salto, El Cobre, Chipalo (nacimiento), La Manga y el Río Luisa, presentaron valores ligeramente altos; las demás muestras se encuentran dentro del rango admisible. La muestra 2 de aguas subterráneas (aljibes) localizada en la vereda Malnombre, registró un valor alto; las demás muestras estuvieron dentro del rango admisible.
- **Conductividad Eléctrica:** La mayoría de las muestras presentaron valores dentro del rango admisible, exceptuando la muestra correspondiente a la quebrada Chipalo (nacimiento), que presento un valor por debajo del rango admisible.
- **Dureza Total:** En las quebradas Aguirre, El salto, Chipalo, Guadal, Castañal y La Manga presentaron valores altos; las demás muestras analizadas se encontraron dentro

del rango permisible. Las muestras 1 y 10 de aguas subterráneas (aljibes), localizadas en las veredas Malnombre y Patio Bonito, registraron valores altos, las demás presentaron valores dentro del rango permisible.

- Dureza Cálctica: Las quebradas Aguirre, El Salto, Chipalo, Guadal, Castañal, La manga y el Rio Frio presentaron valores altos; las demás muestras se calificaron como normal según el rango admisible. Las muestras 8 y 10 de aguas subterráneas (aljibes) localizadas en las veredas Guadalajara y Patio Bonito, registraron valores altos, las demás se presentaron valores dentro del rango permisible.

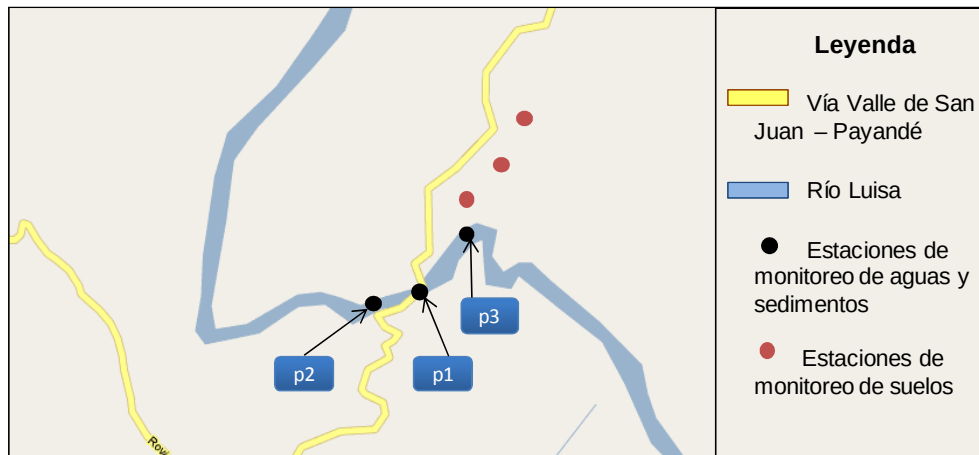
Metales:

- Hierro Total: En todas las muestras analizadas según los resultados obtenidos presentaron valores bajos según el rango admisible. La muestra 2 de aguas subterráneas (aljibes), localizada en la vereda Malnombre, registro un valor alto, las demás se presentaron valores dentro del rango permisible.
- Cobre: La quebrada Castañal presenta un valor de 127,2mg/L, considerado como alto, mientras que en la quebrada Chipato, registra un valor de 0,0 en el sitio de nacimiento y normal en el sitio de la desembocadura; las demás muestras presentaron valores bajos en este parámetro según el rango admisible. Las muestras 8, 10 y 11 de aguas subterráneas (aljibes), localizadas en las veredas Guadalajara y Patio Bonito, registraron valores altos, las demás se presentaron valores dentro del rango permisible.
- Magnesio: En todas las muestras analizadas se registraron valores bajos según el rango admisible. La muestra 10 de aguas subterráneas (aljibes), localizada en la vereda Patio Bonito registro un valor alto, las demás se presentaron dentro del rango admisible.

Área de Influencia Directa

Para evaluar las características fisicoquímicas del río Luisa se seleccionaron 3 estaciones (P1, P2 y P3) de monitoreo. La estación P1 se encuentra ubicada en la intersección del río Luisa con la vía que conduce desde el corregimiento de Payandé hacia el municipio del Valle de San Juan. P2 se encuentra a 300m aguas arriba de este punto y P3 300 m aguas abajo del P1 (Figura 3-7).

Figura 3-7. Ubicación de las estaciones de monitoreo.



Fuente: Biodesa Ltda. Informe del monitoreo y caracterización fisicoquímica de las aguas del Río Luisa, en el municipio de San Luis, Tolima. Noviembre de 2010

Fue igualmente tomada la ubicación de cada estación utilizando el sistema de coordenadas Magna Sirgas, la altitud y características ambientales relevantes de cada sitio muestreo (Tabla 3-15).

Tabla 3-15. Coordenadas planas de las estaciones de monitoreo

PUNTO	NORTE	ESTE
P1	959.778	887.251
P2	959.636	886.985
P3	959.970	887.478

Fuente: Biodesa Ltda. Informe del monitoreo y caracterización fisicoquímica de las aguas del Río Luisa, en el municipio de San Luis, Tolima. Noviembre de 2010

Los días 10 y 11 de noviembre de 2010 se realizaron muestreos de tipo integrado del río Luisa, en jornadas de doce (12) horas continuas, así como mediciones in situ por duplicado en los tres (3) puntos P1, P2 y P3 (Fotos 1 y 2). Durante la jornadas de monitoreo se presentaron condiciones de cielo nublado y lluvias fuertes, lo cual alteró las condiciones fisicoquímicas del cuerpo hídrico y en algunos casos impidió el acceso para la toma de las muestras.

Para el cálculo de los caudales se anotaron los niveles de la estación limnigráfica número 2118703 del IDEAM, los cuales variaron de 80 cm, durante el medio día a 116 cm, en la tarde del día 9 de noviembre (Foto 3-9). Para el día 10 de noviembre, el nivel de las aguas alcanzó los 188 cm, variando considerablemente con respecto al primer día de monitoreo. Durante este día se tomaron las muestras en las estaciones P2 y P3. En la noche se presentaron fuertes lluvias y el nivel para el día 11 de noviembre alcanzó 266 cm, presentando condiciones que no permitieron el acceso al cuerpo de agua. Pasado el medio día el nivel descendió hasta 190 cm y se procedió a tomar las muestras en la estación P1.

Debido a las fuertes lluvias presentadas en la cuenca del río Luisa los días 10 y 11 noviembre se produjo un aumento significativo en el caudal de la fuente, cambiando las condiciones del río. Estos cambios impidieron la realización del aforo correspondiente para los puntos P2 y P3, ya que el acceso al cause fue difícil, poniendo en peligro la seguridad de la comisión.

Foto 3-9. Medición de caudal



Fuente: Biodesa Ltda. Informe del monitoreo y caracterización fisicoquímica de las aguas del Río Luisa, en el municipio de San Luis, Tolima. Noviembre de 2010

Para realizar la caracterización de las aguas superficiales en el río Luisa (puntos P1, P2, P3) se efectuó un muestreo de tipo integrado, recolectando muestras representativas del cuerpo hídrico; dicha integración se efectuó mezclando las muestras con volúmenes iguales en cada sección del río, hasta obtener la cantidad de muestra requerida. La muestra integrada obtenida fue envasada en recipientes debidamente rotulados y preservados; las muestras recolectadas se refrigeraron con el fin de evitar su alteración y cambiar sus características. Luego fueron transportadas al laboratorio para realizar los respectivos análisis. Para la determinación de grasas, aceites y coliformes se tomaron muestras puntuales.

Se midieron in situ los siguientes parámetros: pH, temperatura, sólidos sedimentables, conductividad, oxígeno disuelto, sólidos disueltos y transparencia por duplicado.

Tabla 3-16. Sensibilidad de los equipos usados en campo

EQUIPO	MARCA / MODELO	CARACTERÍSTICA	SENSIBILIDAD
pH-metro	WTW ANQ 189	Digital	0.01 unidades
Conductímetro con sensor de temperatura	Mettler Toledo ANQ 146	Digital	1 μ S/cm 0.1 $^{\circ}$ C
Cronómetro	Casio	Digital	0.01 s
Cono Imhoff	-	Volumétrico	0.1 mL
Micromolinete	SEBA No. 108	Hélice	1 Revolución

Fuente: Biodesa Ltda. Informe del monitoreo y caracterización fisicoquímica de las aguas del Río Luisa, en el municipio de San Luis, Tolima. Noviembre de 2010

En la Tabla 3-17 se presentan los resultados de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos, medidos tanto en campo como en laboratorio de las muestras tomadas en las estaciones:

Tabla 3-17. Reporte de los resultados del análisis fisicoquímico del Río Luisa

Parámetro	Unidades	Técnica Analítica/Equipo	P1 Río Luisa	P2 Río Luisa	P3 Río Luisa
Fecha	mm-dd-aa		11/10/2010	10/10/2010	10/10/2010
Hora	hh:mm		03:00-05:00 p.m.	08:00 10:00 a.m.	04:00 a 05:00 p.m.
Coordenadas	m	GPS: Magna Sirgas/ Origen Bogotá	E: 887251 N:959778	E: 886985 N: 959636	E: 887478 N:959970
Altitud	m.s.n.m.	GPS	571	563	561
Análisis in situ					
TEMPERATURA MUESTRA	°C	Multip./HANNA	22,3	22	24,3
CAUDAL	l/s	Area sección	7978		
pH	Unidades	Multip./HANNA	8,42	7,68	7,81
CONDUCTIVIDAD	mS/cm	Multip./HANNA	152,6	124,3	128,6
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (SDT)	mg/L	Multip./HANNA	83,2	67,1	70,7
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mL/L	Cono Imhoff	8	15	11
OXIGENO DISUELTO	mg/L	Winkler	6	6,4	4,8
PORCENTAJE DE SATURACIÓN O ₂	%	Ley Henry	74,0	78,5	61,8
Análisis Físico - Químicos en el Laboratorio					
ALCALINIDAD TOTAL	mg/L CaCO ₃	SM 2320 B	90	86	76
ALUMINIO	mg/L Al	SM 3500-Al B	<0,01	<0,01	<0,01
CADMIO	mg/L Cd	SM 3111 B	<0,003	<0,003	<0,003
COLIFORMES FECALES	NMP/100 mL	SM 9223 B	220	4000	3300
COLIFORMES TOTALES	NMP/100 mL	SM 9223 B	6300	17000	7900
COLOR	UPC	SM 2120B	30	25	18
DBO	mg/L O ₂	SM 5210 B	<2	3	<2
DQO	mg/L O ₂	SM 5220 B	79	488	250
DUREZA TOTAL	mg/L CaCO ₃	SM 2340 C	110	90	76
FOSFATOS	mg/L PO ₄	SM 4500-P D	0,15	0,17	0,19
FOSFORO TOTAL	mg/L P	SM 4500-P D	2,76	3,36	3,82
GRASAS Y ACEITES	mg/L	SM 5520 D	19	17	15
HIDROCARBUROS TOTALES	mg/L	SM 5520 F	<6	<6	<6
HIERRO TOTAL	mg/L Fe	SM 3111 B	13,5	20	19,5
MERCURIO	mg/L Hg	SM 3112 B	<0,002	<0,002	<0,002
NITRATOS	mg/L N	SM 4500-NO ₃ E	1,64	1,1	1,16
NITRITOS	mg/L N	SM 4500-NO ₂ B	<0,001	<0,001	<0,001
NITRÓGENO AMONIAICAL	mg/L N	SM 4500-NH ₃ F	0,73	0,54	0,64
NTK	mg/L N	SM 4500-Norg B	0,96	0,728	0,816
SALINIDAD	‰	Multip./HANNA	0,00	0,00	0,00
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	SM 2540 D	3444	3967	4190
SÓLIDOS TOTALES	mg/L	SM 2540 B	3570	4060	4282
TURBIEDAD	UNT	SM 2130 B	1000	1560	1200
TRANSPARENCIA	cm	Disco Secchi	0	0	0

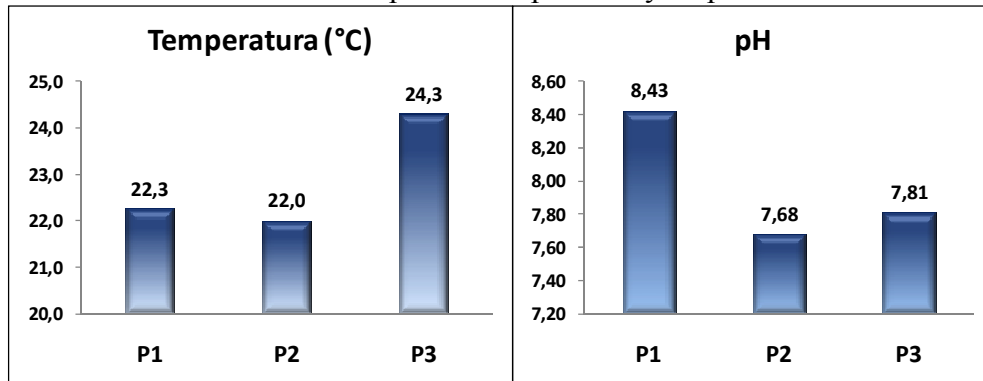
Fuente: Ibid.

Según el aforo realizado el día 9 de noviembre el caudal del río Luisa en el punto P1 fue de 7978 L/s.

Temperatura y pH

La temperatura media de las estaciones presentó valores entre los 22,3 y 24,3 °C, el valor más alto se presentó en la estación P3. Para P1 las temperaturas registradas fueron de 22,4 y 22,1°C, para P2 fue de 22°C y para P3 de 24,3°C, los valores medios son presentados en la Figura 3-8:

Figura 3-8. Resultados encontrados para la temperatura y el pH



Fuente: *Ibid.*

El pH medido *in situ* fue de carácter ligeramente básico, presentó valores entre 7,68 (P2) y 8,43 (P1), estando dentro de los límites establecidos en los artículos 40, 42 y 45 del decreto 1594/84. Para P1 las mediciones registraron valores de 8,41 y 8,44, para P2 7,67 y 7,69, y para P3 7,79 y 7,83 unidades de pH. El control del pH es importante, ya que variaciones en sus niveles alteran la toxicidad de algunos compuestos. Un incremento en el pH (superior a 7,5) causará un aumento en la conversión de nitrógeno amoniacal a la forma no ionizada (NH_3) la cual es altamente tóxica y por otro lado un pH bajo puede incrementar la toxicidad de especies como el sulfuro de hidrógeno (Romero, 2002).

Conductividad y alcalinidad

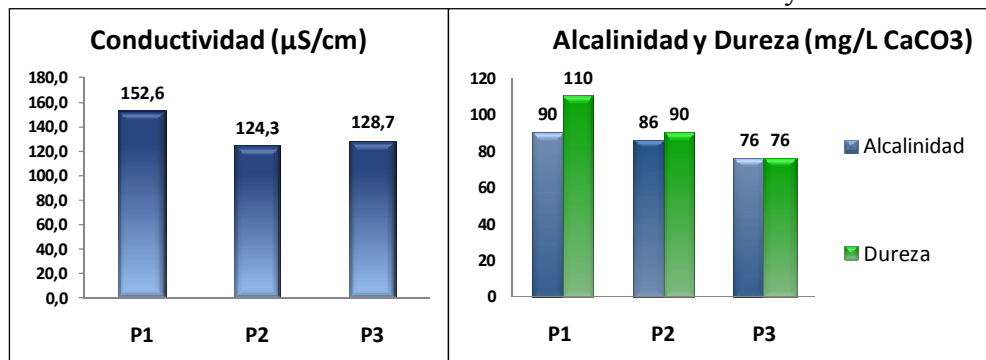
La conductividad media registrada en campo presentó valores similares para las 3 estaciones, entre los 128,7 y 152,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Para P1 los valores medidos fueron 150,3 y 154,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$, para P2 122,4 y 126,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y para P3 128,2 y 129 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La media más alta se registró en P1 y esto se debe a los sólidos disueltos, lo cual se explica debido a que esta muestra fue tomada luego de una fuerte crecida. No se detectaron niveles de salinidad en ninguna de las estaciones.

La alcalinidad muestra la capacidad del agua para neutralizar ácidos, en aguas naturales depende principalmente de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos. La alcalinidad presentó valores entre 76 (P3) y 90 $\text{mg}/\text{L CaCO}_3$ (P1) (Figura 1.4), lo cual clasifica las estaciones de muestreo como aguas dulces blandas (Ramírez et al, 1997). Variaciones en el pH producen cambios en las formas de carbono presente, en el rango de 4,5 a 8 (estaciones P2 y P3) se reduce el CO_2 y se incrementan los bicarbonatos y en pH superiores a 8 (estación P1) descenden los bicarbonatos y aumentan los carbonatos (Ramírez et al, 1998).

La dureza corresponde a la suma de las concentraciones de los iones calcio y magnesio. Para el presente estudio, éste parámetro se encontró en concentraciones entre 76 y 110 $\text{mg}/\text{L CaCO}_3$. Según la dureza encontrada en las 3 estaciones, éstas se clasifican como aguas moderadamente duras (75 a 150 $\text{mg}/\text{L CaCO}_3$). Las aguas duras son aquellas que requieren grandes cantidades de jabón para generar espuma, además de producir incrustaciones en tuberías y sistemas que manejan agua caliente.

Los valores encontrados para Alcalinidad y dureza son muy similares entre sí (Figura 3-9). En las estaciones P2 y P1, la dureza fue superior a la alcalinidad. Cuando la dureza es menor que la alcalinidad corresponde en su totalidad a carbonatos y si es mayor el excedente corresponde a bicarbonatos (Ramírez et al, 1998).

Figura 3-9. Conductividad medida In situ- Valores de Alcalinidad y dureza

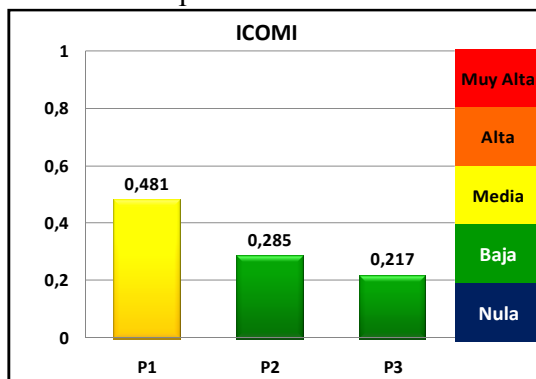


Fuente: Ibid.

Según el índice ICOMI (

Figura 3-10), el nivel de contaminación por mineralización es medio para P1 y bajo para P2 y P3. El nivel superior del ICOMI para la estación P1 se debe a que los valores de conductividad y dureza son más altos que los presentados en las demás estaciones. El muestreo en P1 se realizó luego de un crecimiento repentino del río debido a las fuertes lluvias presentadas durante la noche anterior, lo cual incrementó la concentración de los sólidos disueltos.

Figura 3-10. Índice de contaminación por mineralización. ICOMI



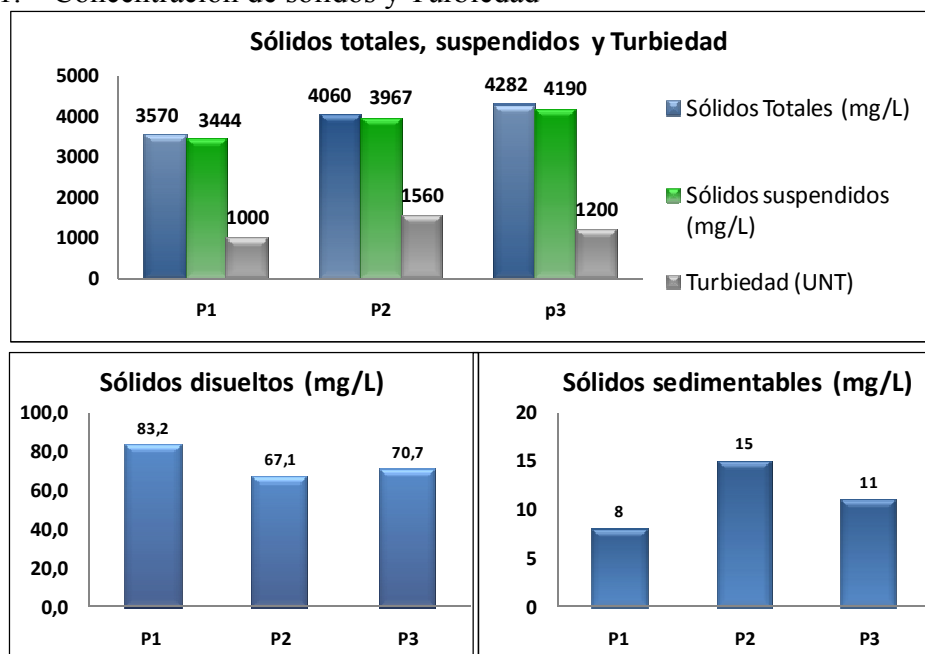
Fuente: Ibid.

Sólidos y turbiedad

Los sólidos totales corresponden a la materia que permanece como residuo después de la evaporación y secado a 103°C. Estos pueden clasificarse como sólidos suspendidos y sólidos disueltos. A una temperatura definida, un aumento en los sólidos disueltos implica un aumento proporcional en la conductividad.

El contenido total de sólidos fue elevado para las 3 estaciones, con valores entre los 3570 y 4282 mg/L, los cuales equivalen en un 97% a sólidos suspendidos (Figura 3-11). Estos altos valores se deben en parte al aumento del caudal del río Luisa durante la época de lluvias, con lo cual se re-suspenden materiales provenientes del sedimento y se arrastran otros materiales de las riberas debido al efecto abrasivo de la corriente. Los sólidos disueltos se encontraron en concentraciones entre 67,1 (P) y 83,2 mg/L (P1).

Figura 3-11. Concentración de sólidos y Turbiedad

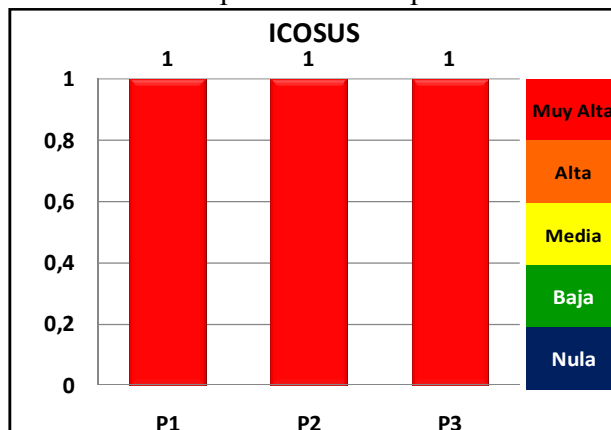


Fuente: *Ibid.*

Los sólidos sedimentables son aquellos que se encuentran en suspensión y que en condiciones tranquilas se sedimentarán por acción de la gravedad. Estos sólidos presentaron valores entre 8 (P1) y 15 mg/L (P2).

Se calculó el índice de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS), el cual asigna una calificación al agua dependiendo de la concentración de estos sólidos, valores que se encuentran entre 0 y 1 (Figura 3-12). Este índice para las tres estaciones presentó un valor de 1, calificando las muestras tomadas como aguas con contaminación muy alta.

Figura 3-12. Índice de contaminación por sólidos suspendidos



Fuente: *Ibid.*

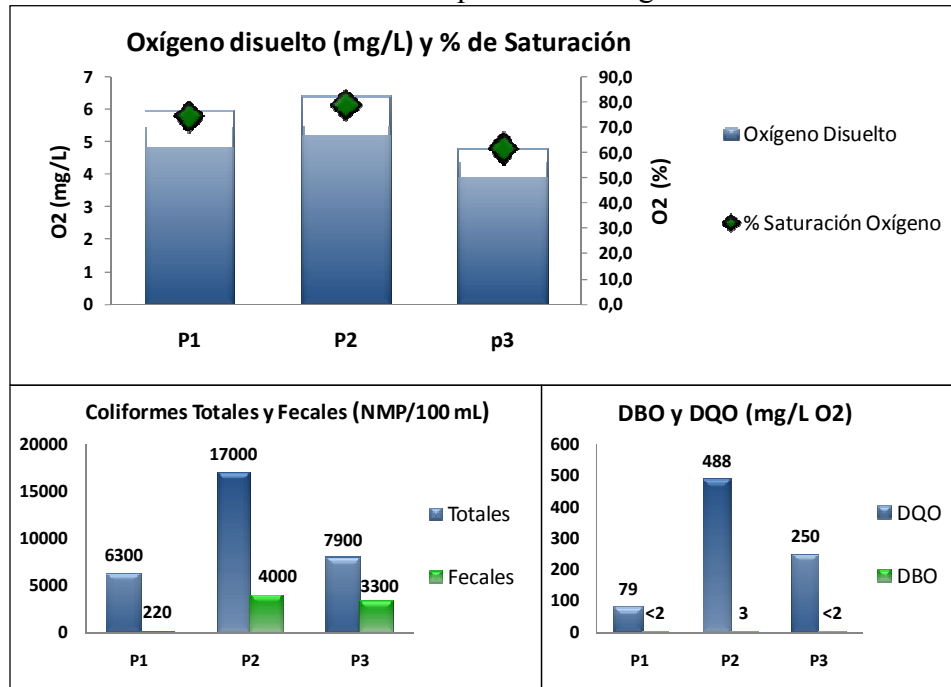
La turbiedad medida para las 3 estaciones es alta, con valores entre 1000 y 1560 UNT. Estos valores coinciden la transparencia determinada en campo, la cual fue medida con el disco Secchi, determinándose que éste deja de ser visible a una profundidad inferior a 1 cm. Una turbiedad alta dificulta la penetración de la luz a través de la columna de agua, interfiriendo en el proceso de la fotosíntesis (Romero, 2002; Jiménez, 2001).

Oxígeno disuelto, DBO y DQO

El nivel de oxígeno define el tipo de especies que ocurrirán en un cuerpo de agua, de acuerdo a su tolerancia y rangos de adaptación. Su solubilidad está influenciada por la temperatura, altitud sobre el nivel del mar y salinidad. En el presente estudio los niveles de oxígeno disuelto medio estuvieron por encima el mínimo valor admisible para la preservación de flora y fauna (4 mg/L), según la normativa colombiana. Estas concentraciones fueron de 5,9 y 6,1 mg/L para P1; 6,3 y 6,5 mg/L para P2; y 4,8 mg/L y 4,9 para P3, con porcentajes de saturación del 74, 78,5 y 61,8 % respectivamente (Figura 3-13).

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) fue inferior a 2 mg/L (límite de detección de la técnica) para las estaciones P1 y P3, y obtuvo un valor de 3 mg/L para P2. La DQO presentó valores superiores en orden a la DBO, con demandas de 79 mg/L para P1, 250 mg/L para P3 y 488 mg/L para P2. La DQO mide el material orgánico que puede ser oxidado químicamente, pero también algunos iones inorgánicos que son susceptibles de oxidación por dicromato de potasio, tales como el hierro ferroso, sulfitos y sulfuros. La relación DBO/DQO es baja, lo cual indica la presencia de material susceptible de ser oxidado químicamente pero difícilmente biodegradado. Los altos niveles de la DQO pueden deberse en parte a una concentración alta de compuestos inorgánicos que son oxidados en las condiciones del laboratorio, tales como el hierro ferroso. Para el presente estudio se reportaron valores de hierro total entre 13,5 y 20 mg/L, pero se desconoce la cantidad de hierro ferroso en esta muestra.

Figura 3-13. Indicadores de contaminación por materia orgánica



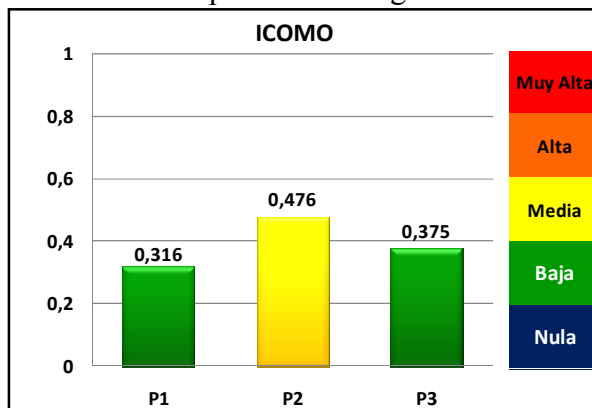
Fuente: *Ibid.*

Los coliformes totales estuvieron entre 6300 (P1) y 17000 NMP/100 mL (P2), y los coliformes fecales presentaron valores entre 220 (P1) hasta 4000 mg/L (P2). Según el decreto 1594/84 las aguas del río Luisa en las estaciones monitoreadas, no son aptas para su potabilización mediante tratamiento convencional, debido a los elevados niveles de coliformes fecales presentados en P2 y P3 (>2000 NMP/100 mL). Según este mismo decreto, las aguas analizadas son aptas para su uso agrícola, pero con restricciones para el riego de frutas que se consumen con la cáscara y para hortalizas de tallo corto. Tampoco son aptas para su uso recreativo mediante contacto directo.

La contaminación por materia orgánica puede ser expresada a través de diferentes variables, tales como nitrógeno amoniacal, nitritos, fósforo y metano entre otros. Para el cálculo del presente índice se usan 3 parámetros: DBO, coliformes totales, los cuales reflejan diferentes fuentes de contaminación, y el porcentaje de saturación de oxígeno que refleja la capacidad ambiental del ecosistema a este tipo de polución.

Según el ICOMO (Figura 3-14) las muestras de aguas analizadas presentan valores de contaminación bajos y medios, el menor valor se registró en la estación P1, cuyo muestreo fue realizado horas después de una crecida repentina, según lo cual puede haberse presentado una disminución de materia orgánica por el efecto de la dilución. De los 3 parámetros tenidos en cuenta para el cálculo del ICOMO, el subíndice de coliformes totales presentó valores altos de contaminación en las 3 estaciones, la DBO y el porcentaje de saturación de oxígeno presentaron valores bajos y nulos.

Figura 3-14. Índice de contaminación por materia orgánica ICOMO



Fuente: Ibid.

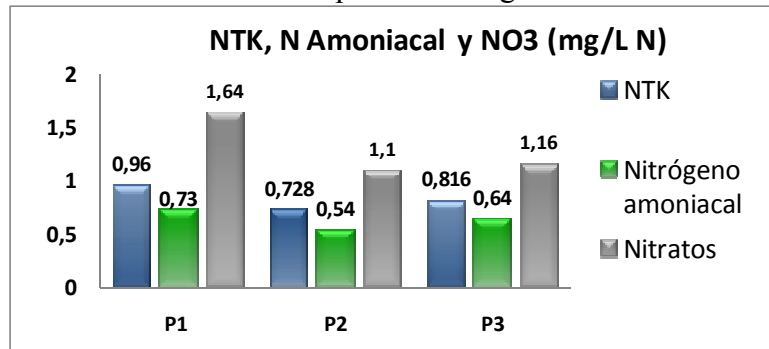
Compuestos nitrogenados

Los nitratos presentaron valores entre 1,1 y 1,64 mg/L N, el valor más alto se reportó para la estación P1 (Figura 3-15). Los nitritos estuvieron por debajo del límite de detección de la técnica usada en laboratorio <0,001 mg/L N. Tanto los nitritos como los nitratos cumplen con lo establecido en el decreto 1594/84, para aguas destinadas a un tratamiento convencional de potabilización (Art. 38) y para aguas con fines pecuarios (Art.41).

El nitrógeno total Kjeldahl, que corresponde a la suma del nitrógeno orgánico más el amoniacal, se encontró en concentraciones entre 0,73 y 0,96 mg/L N. La mayor parte del nitrógeno total Kjeldahl determinado en el presente estudio, se encuentra formado por nitrógeno amoniacal (74 a 78%).

Como nitrógeno amoniacal se considera todo el nitrógeno que se encuentra como ion amonio o en el equilibrio. Este parámetro se reportó en concentraciones entre 0,54 y 0,73 mg/L (Figura 3-15). La normativa colombiana no posee un límite establecido, por lo cual se procedió a comparar los valores reportados con la norma brasilera CONAMA, según la cual las tres estaciones clasificarían como Clase 1, es decir aptas para contacto directo, preservación de flora y fauna y destinación para tratamiento convencional de potabilización. El valor aceptable por esta norma depende del pH, ya que a medida que el pH aumenta también lo hace la conversión del nitrógeno amoniacal a su forma no ionizada (NH_3), la cual es tóxica para la vida piscícola (Romero, 2002).

Figura 3-15. Concentraciones de los compuestos nitrogenados.



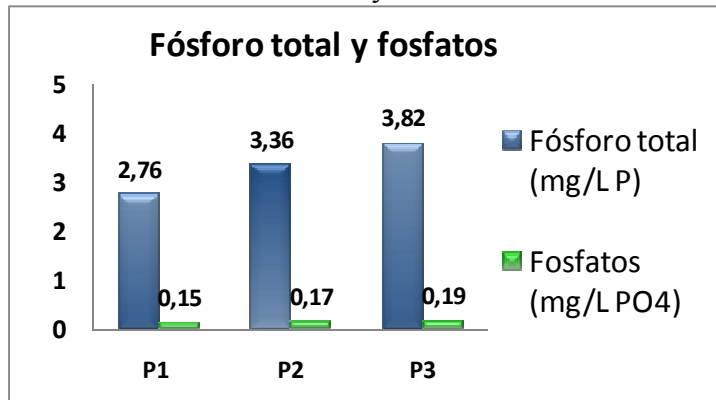
Fuente: *Ibid.*

En el agua, las nitroso-bacterias convierten el amoníaco en nitritos en condiciones aeróbicas. Un segundo grupo, las nitrobacterias oxidan los nitritos para formar nitratos. Por lo tanto, se considera que un agua de polución reciente, contiene la mayoría del nitrógeno como nitrógeno orgánico y amoniacal, el cual equivale al nitrógeno total Kjeldahl. En aguas en las que la mayor parte se encuentra como nitratos se considera que la polución ya ha ocurrido suficiente tiempo atrás para que el nitrógeno orgánico y amoniacal sean oxidados a nitratos. En el presente estudio, los nitratos representan cerca del 60% del total del nitrógeno, lo cual indica que en el momento del muestreo, ocurrió la oxidación de la materia orgánica en el cuerpo de agua, pero no de forma completa (Ramírez & Viña, 1998; Romero, 2002).

Fósforo total y fosfatos

Los fosfatos se encontraron en concentraciones de 0,15 a 0,19 mg/L PO₄ (Figura 3-16). Representando un porcentaje bajo con respecto al fósforo total. Para el fósforo total se reportaron valores entre 2,76 y 3,82 mg/L. Según el índice ICOTRO, el cual establece rangos de eutrofia según el contenido de fósforo total, las muestras tomadas en las 3 estaciones corresponden a un sistema hipereutrófico. La eutrofización consiste en un crecimiento abrupto de la biota sintetizadora, tales como macrófitas, perifiton y fitoplancton, lo cual puede reducir los niveles de oxígeno disuelto hasta niveles que afectan a las comunidades hidrobiológicas. Sin embargo, es posible que esta no sea la condición permanente del río Luisa, los altos niveles de fósforo pudieron haber sido ocasionados por la dilución del fósforo presente en las rocas durante la abrasión causada por las fuertes corrientes.

Figura 3-16. Concentraciones de fósforo total y fosfatos



Fuente: Ibid

Metales pesados

El análisis de los metales pesados es importante ya que algunos de ellos presentan una gran peligrosidad en el medio acuático debido a su baja biodegradación y a su alta capacidad de acumulación en los tejidos de los organismos.

El aluminio no fue detectado en ninguna de las estaciones (límite de detección 0,01 mg/L) cumpliendo con lo establecido por el decreto 1594/84 para la destinación del recurso en actividades agrícolas. El cadmio y el mercurio tampoco fueron detectados, con límites de detección de 0,003 y 0,002 mg/L respectivamente.

Las concentraciones de hierro reportadas fueron altas, para la estación P1 fue de 13,5 mg/L, para P2 20 mg/L y para P3 19,5 mg/L. Según Romero (2002), en aguas superficiales las concentraciones de hierro generalmente son bajas, menores de 1 mg/L. Los valores reportados en el presente estudio superan el límite establecido por el decreto 1594/84 para uso agrícola (5 mg/L) y el presentado por las guías canadienses para la calidad del agua (0,3 mg/L), en aguas destinadas para la conservación de flora y fauna, en cuanto a su uso agrícola esta guía permite valores inferiores a 20 mg/L dependiendo del tipo de suelo. Esta elevada concentración de hierro puede deberse al material removido del sedimento, este efecto abrasivo de la corriente también puede ser evidenciado en los altos niveles de sólidos totales y suspendidos reportados.

Grasas, Aceites e Hidrocarburos

Las grasas y aceites se encontraron en concentraciones similares en las 3 estaciones, con valores entre 15 y 19 mg/L. En Colombia no existe un límite permisible para este parámetro, sin embargo en los artículos 38 y 42 del decreto 1594/84, se exige que no haya presencia de película visible. Lo cual se cumplió en el presente muestreo. No se reportó la presencia de hidrocarburos en ninguna de las 3 estaciones, con un límite de detección de 6 mg/L, lo cual indica que no hay contaminación por este parámetro en las aguas de la zona de estudio, sin

embargo, en el presente estudio se reportó la presencia de hidrocarburos en los sedimentos de estas misma estaciones, en concentraciones de 19,9 a 79,8 mg/Kg.

Conclusiones:

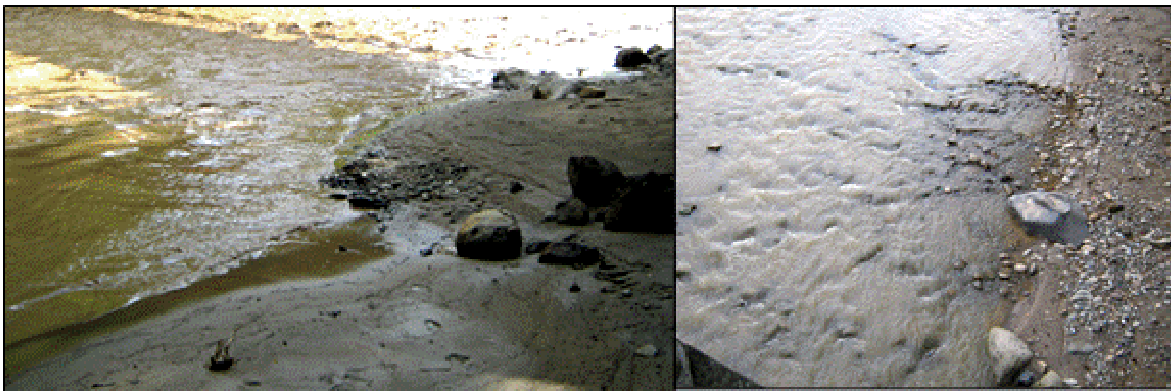
- La contaminación por coliformes totales y fecales (variable según la estación) encontrada en los análisis del agua del Río Luisa en los puntos presentados en la Figura 3-7, no hacen el agua apta para riego, recreación con contacto primario y potabilización mediante sola desinfección (apta para potabilización mediante tratamiento convencional): fecales de 220 a 4.000 NMP/100 ml; totales: 6.300-17.000 NMP/100 ml.
- Se presentó una alta DQO (79-488 mg O₂/l), que sugieren fuentes antrópicas cerca a las estaciones de muestreo por la gran variabilidad de los resultados. Por su parte, las concentraciones de DBO₅ son no detectables o de 3 mg/l O₂ (bajo).
- Se presentaron bajos niveles de oxígeno disuelto, sobre todo en la estación 3 (4,8 y 4,9 mg/l O₂), del orden de 6 a 6,5 en las demás estaciones, lo que sugiere una mayor demanda de este compuesto a causa de contaminación.
- Los niveles de fósforo encontrados sugieren la presencia de fuentes antrópicas (aguas domésticas) (0,15-0,19 mg/l P-PO₄) con altas concentraciones de fósforo total (2,76-3,36 mg/l P).
- Los niveles de nitrógeno amoniacal encontrados sugieren la presencia de fuentes antrópicas (aguas residuales) (0,54-0,73 mg/l N-NH₃), aunque, considerando la temperatura y el pH, no alcanzan niveles susceptibles de afectar la vida acuática por concentración de amoníaco no disociado en equilibrio con la forma iónica.
- Debido a la diferencia entre las concentraciones de NTK y de nitrógeno amoniacal, se resalta la presencia de nitrógeno orgánico (del orden de 0,2 mg/l N), lo cual sugiere aportes de origen agrícola (urea y otros fertilizantes). Esto es consecuente con las concentraciones de nitratos encontrados (1,10-1,64 mg/l N-NO₃), que también sugieren aportes antrópicos, que podrían ser de fertilizantes.
- Las concentraciones de nitrógeno total (NTK + nitratos + nitritos) del orden de 2,4 a 3,3 mg/l N, indican condiciones eutróficas, sobre todo si se relacionan con las concentraciones de fósforo total ya mencionadas.
- Se encontraron altas concentraciones de aceites y grasas (15-19 mg/l), pero no se detectaron concentraciones de hidrocarburos (< 6 mg/l).
- Se encontró una alta carga de sólidos suspendidos (y alta turbiedad: 1.000-1.560 NTU): del orden de 3.444-4.190 mg/l.

Monitoreo de Sedimentos en el Río Luisa

Los días 10 y 11 de noviembre de 2010 se realizaron muestreos de tipo integrado del sedimento del río Luisa en las tres estaciones P1, P2 y P3 (Foto 3-10). Durante la jornadas de monitoreo se presentaron condiciones de cielo nublado y lluvias fuertes.

Las muestras fueron tomadas utilizando un corazonador de PVC de 5 cm de diámetro interno, el cual fue enterrado hasta una profundidad de 10 cm en las 3 estaciones. La muestra de cada estación consistió en la integración de 2 submuestras tomadas a 50 cm y 2 tomadas a 80 cm de cada una de las orillas, para un total de 8 submuestras por estación. No se tomaron muestras en el centro del río debido a condiciones de seguridad.

Foto 3-10. Sedimentos en el río Luisa



Fuente: Biodesa Ltda. Informe del monitoreo y caracterización fisicoquímica de las aguas del Río Luisa, en el municipio de San Luis, Tolima. Noviembre de 2010

Las muestras fueron empacadas en bolsas de calibre grueso y rotuladas según los requerimientos del IGAC y el laboratorio ANALQUIM, encargados de realizar el análisis fisicoquímico de las muestras de sedimentos. Las muestras fueron transportadas a los respectivos laboratorios para el análisis de sus propiedades físicas y químicas.

En la Tabla 3-18 se presentan los resultados de los parámetros fisicoquímicos de las muestras de sedimentos tomadas en las estaciones P1, P2 y P3 durante en los días 10 y 11 de noviembre del año 2010.

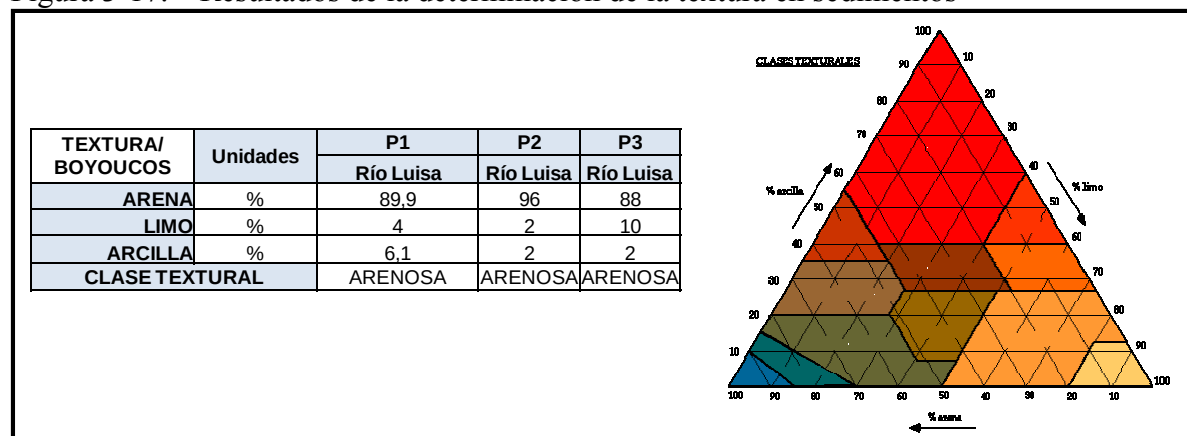
Tabla 3-18. Reporte de los resultados del análisis fisicoquímico de los sedimentos del río Luisa

PARÁMETRO	Unidades	Técnica Analítica/Equipo	P1	P2	P3
			Río Luisa	Río Luisa	Río Luisa
FECHA	mm-dd-aa		11/10/2010	10/10/2010	10/10/2010
HORA	hh:mm		12:30	09:15	04:30
COORDENADAS	m	GPS: Magna Sirgas/ Origen Bogotá	E: 887251	E: 886985	E: 887478
			N:959778	N: 959636	N:959970
ALTITUD	m.s.n.m.	GPS	571	563	561
ALUMINIO	mg/ Kg Al	SM 3500-Al B	<1	<1	<1
CADMIO	mg/ Kg Cd	SM 3111 B	<0,30	<0,30	<0,30
CARBONO ORGÁNICO TOTAL	% P/P	WALKEY BLACK	0,02	0,05	0,03
FOSFORO TOTAL	mg/Kg P	SM 4500-P D	357	637	381
GRASAS Y ACEITES	mg/ Kg	SM 5520 D	3500	719	319
HIDROCARBUROS TOTALES	mg/ Kg	SM 5520 F	40	79,8	19,97
HIERRO TOTAL	mg/Kg Fe	SM 3111 B	8300	5000	8000
MATERIA ORGÁNICA	% P/P	EPA SW486	0,8	0,9	1,2
MERCURIO	mg/Kg Hg	SM 3112 B	<0.20	15	<0.20
NTK	mg/L N	SM 4500-Norg B	567	442	379

Fuente: *Ibid*

El término textura se usa para representar la composición granulométrica del suelo o sedimento. Cada término textural se corresponde con una determinada composición cuantitativa de arena, limo y arcilla. Según el análisis granulométrico realizado, las muestras están conformadas por arena en su mayor parte (88 a 96%), limo (2 a 10%) y Arcilla (2 a 6,1%), con lo cual la textura de los sedimentos se clasifica como Arenosa para las 3 estaciones (Figura 3-17).

Figura 3-17. Resultados de la determinación de la textura en sedimentos

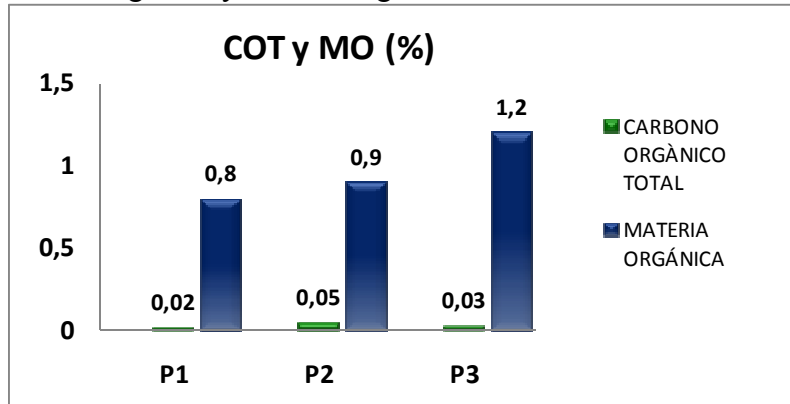


Fuente: *Ibid*

El porcentaje de materia orgánica en el sedimento es baja, con valores entre 0,8 y 1,2%. Así mismo el carbono orgánico presentó valores entre el 0,02 y el 0,05% (Figura 3-18). Las concentraciones de fósforo total se encuentran entre 357 (P1) y 637 mg/L (P2). Los niveles

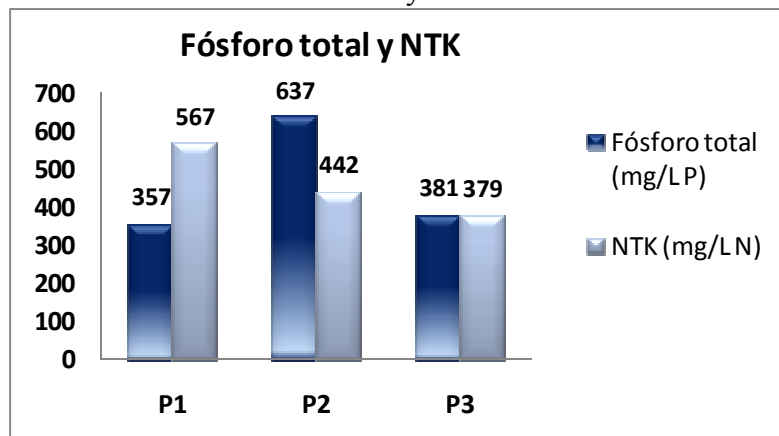
reportados para el nitrógeno total Kjeldahl estuvieron entre 379 (P3) y 567 mg/L (P1) (Figura 3-19).

Figura 3-18. Carbono orgánico y materia orgánica



Fuente: Ibid

Figura 3-19. Concentraciones de fósforo total y de NTK en sedimentos



Fuente: Ibid

Metales

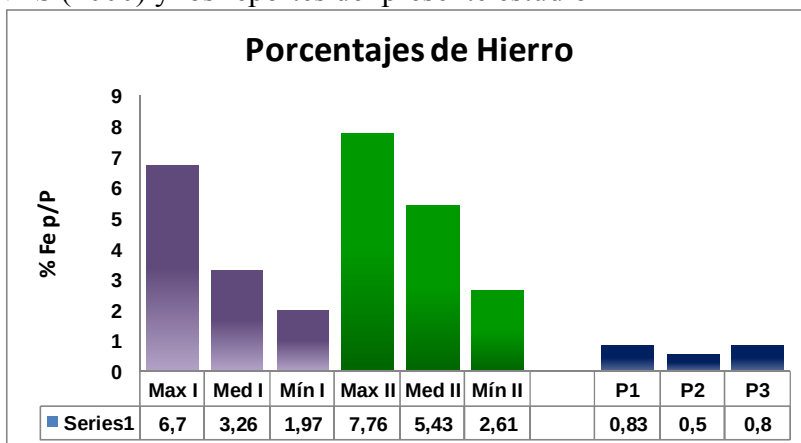
Tanto el aluminio como el cadmio no fueron detectados en laboratorio, con un límite de detección de 1,0 y 0,3 mg/Kg respectivamente. Estos metales tampoco fueron encontrados en las muestras de aguas analizadas para las mismas estaciones. El mercurio solo se reportó para la estación P2, con una concentración de 15 mg/Kg. Este valor fue comparado con las niveles presentados en “Intervention Values and Target Values – Soil Quality Standards” de Holanda. Según esta guía la máxima concentración de mercurio recomendada (target values) para sedimentos es de 0,3 mg/Kg y el nivel que indica un grado serio de contaminación (intervention values) es de 10 mg/Kg. Estos niveles son determinados para condiciones estándar de materia orgánica y porcentaje de arcillas, al pasar estos valores a las condiciones

La toxicidad del hierro es muy baja. No se conocen efectos nocivos por aguas que contienen hierro, pero éstas presentan sabor desagradable y pueden producir precipitados. El hierro total se encontró en concentraciones entre 5000 y 8300 mg/Kg, equivalentes a porcentajes entre 0,5 y 0,83 peso/peso. Estos valores fueron comparados con el estudio realizado por INGEOMINAS (2000). En el cual se monitoreó este parámetro en sedimentos en la cuenca del río Saldaña, la cual se encuentra junto a la cuenca del río Luisa. Este estudio se realizó en dos épocas, el primero (I) fue realizado en junio del año 1997 y el segundo (II) en octubre del mismo año. Para este estudio se tomaron muestras de 13 estaciones, tal como se muestra en la Figura 3-20, una de las cuales (13) se encuentra ubicada en el río Luisa.

[illegible]

Al comparar los porcentajes de hierro de las estaciones P1, P2 y P3, con los datos de las restantes estaciones monitoreadas en el año 1997 (Figura 3-21), se concluye que para el presente estudio las concentraciones de hierro fueron inferiores a los valores mínimos (1,97 y 2,61%) presentados por INGEOMINAS (2000) para esta zona en las dos épocas de monitoreo.

Figura 3-21. Comparación de los Valores máximos, medios y mínimos hierro total medido por INGEOMINAS (2000) y los reportes del presente estudio



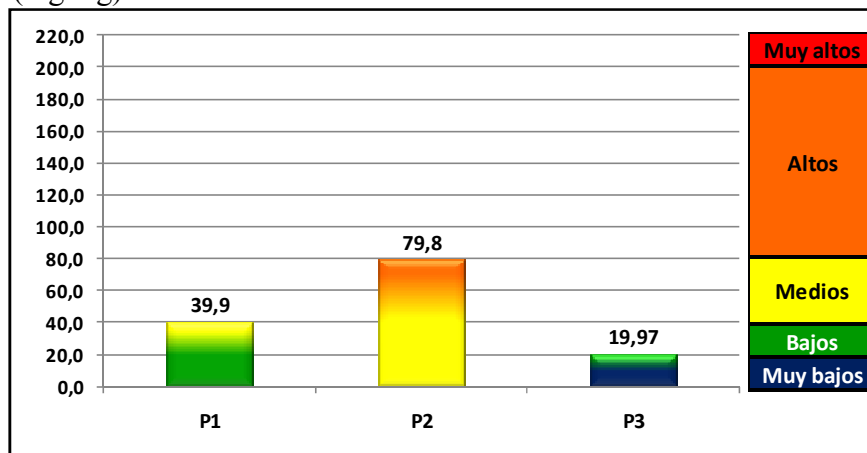
Fuente: Ibid

Grasas, aceites e hidrocarburos

Las grasas y aceites se encontraron entre 319 (P3) y 3500 (P1) mg/Kg. Las concentraciones de hidrocarburos totales fueron de 39,9 mg/Kg para P1, 79,8 mg/Kg para P2 y de 19,97 mg/Kg para P3 (Figura 3-22). Teniendo en cuenta la clasificación propuesta por Ramírez et al (1998), se analiza el grado de contaminación para cada estación.

P1 se encuentra en el límite de contaminación baja y media; P2 se encuentra en el límite entre contaminación media y alta; y P3 se encuentra en el límite de contaminación muy baja y baja. Por lo tanto se puede decir, que los niveles de contaminación encontrados en los sedimentos del área de estudio se encuentran en desde niveles muy bajos hasta altos, siendo los mayores valores los reportados para la estación P2, que se encuentra aguas arriba de P1 y P3.

Figura 3-22. Niveles de contaminación por hidrocarburos totales encontrados en los sedimentos (mg/Kg)



Fuente: Ibid

Conclusiones

- Se presenta una muy alta contaminación por mercurio en el punto P2 (15 mg/kg), superior al nivel de intervención de 10 mg/kg establecido por la Lista Holanda y muy tóxica para la vida acuática, de acuerdo con los límites federales de Canadá (PEL > 0,5 mg/kg), con niveles no detectables en los otros puntos por lo que se considera que la muestra analizada presentó una grado de contaminación a tener en cuenta debido al mercurio
- Las concentraciones de aceites y grasas son muy elevadas, mientras que las de hidrocarburos totales son del orden de 19,97-79,80 mg/kg.
- La composición granulométrica de las muestras se encontraron entre el 90 y el 96%. Por lo tanto su textura fue clasificada como “Arenosa”.
- De los metales analizados, el cadmio y aluminio no fueron detectados en ninguna de las estaciones con un límite de detección 0,3 y 1 mg/Kg respectivamente.
- Los niveles de hierro fueron comparados con el estudio realizado por INGEOMINAS (2000), en la cuenca del río Saldaña, la cual limita con la cuenca del río Luisa, objeto de estudio. Se encontró que estos niveles se encuentran por debajo de los reportados por el estudio para 13 estaciones de monitoreo.
- Se determinó el grado de contaminación por hidrocarburos totales según la escala propuesta por Ramírez et al (1998), y según la cual se presentaron desde niveles muy bajos hasta muy altos de contaminación por este parámetro.
- La concentración de materia orgánica son bajas, se encuentran por debajo del 1,2%, lo mismo ocurrió con el carbono orgánico, el cual se encontró en concentraciones entre 0,02 y 0,05 %.

3.2.8 Hidrogeología

Cuando caen las lluvias al suelo, una parte de ellas se infiltra en la tierra una proporción de esta agua lluvia es absorbida por las raíces de las plantas, mientras otra se infiltrará en el subsuelo, por gravedad. Esta última se acumula encima de una capa impermeable, saturando los poros del subsuelo y formando un reservorio subterráneo a esta agua bajo la tierra se le conoce como agua subterránea y al reservorio subterráneo, del cual se pueden extraer cantidades significativas de agua, se denomina acuífero.

Las aguas subterráneas constituyen cerca del 95 % del agua dulce de nuestro planeta en contraste, el agua de los ríos y lagos representa menos del 5 % del agua disponible por esto la

importancia del agua subterránea es cada día más creciente en el desarrollo de la vida humana y de las diferentes actividades que en ella se realizan.

Regionalmente, por su litología se diferenciaron como acuíferos importantes, en el municipio de San Luis, el grupo honda (ngh), la formación machín (qm), los depósitos aluviales (qal) y coluviales (qc), y las terrazas de los ríos coello (qtco), luisa (qtl), cucuana (qtcu) y saldaña (qts). Otras unidades litoestratigráficas con potencial de tener agua subterránea por tener niveles conglomeráticos y de areniscas, como las formaciones caballos (kic), la tabla (kslt), gualanday inferior (pggi) y superior (pggs), se les catálogos como con pocas posibilidades para una explotación de agua subterránea por tener una morfología montañosa.

Área de Influencia Directa

Las características hidrogeológicas de la unidad de roca en el área del proyecto son:

- Acuífero de la Formación Machín (qm). Es la unidad que actualmente está siendo explotada mediante aljibes y pozos en el municipio de San Luis. por su composición litológica tiene alta porosidad primaria, alta permeabilidad y posee acuíferos libres importantes de espesor variable, que han registrado transmisividades de hasta 86 m/día y permeabilidad o conductividad hidráulica (k) de 8 m/día y rendimiento de hasta 12,5 l/s (ingeominas, 1998).

Los depósitos aluviales (qal) y coluviales (qc) y las terrazas del río luisa (qtl), son acuíferos libres de corta extensión y poco espesor, que pueden ser aprovechados mediante aljibes.

3.2.9 Geotecnia

La superficie de La Tierra es afectada por procesos degradacionales o destructivos y agradacionales o constructivos que modelan el relieve terrestre que observamos. Entre los procesos destructivos, que actúan permanentemente, se encuentran la erosión, la remoción y el transporte de masas. El proceso constructivo más destacado es la acumulación o sedimentación.

Distintos sistemas de modelado del relieve dan lugar a formas de erosión y de sedimentación características, que marcan las grandes pautas de evolución del relieve. A estos sistemas se les denomina morfogenéticos. Uno de los sistemas más importantes es el hídrico, pues es el agua en movimiento la principal responsable de los procesos de erosión y sedimentación. En menor proporción se encuentran el viento y todos los procesos pueden ser acelerados por el mal uso del suelo.

Erosión

En la zona que abarca el municipio de San Luis predominan los procesos erosivos superficiales, tanto geológicos como acelerados por el hombre, de los cuales se diferencian los siguientes tipos: erosión laminar, surcos, cárcavas, terracetas y patas de vaca y erosión fluvial.

Esta erosión es debida, fundamentalmente, al efecto de las aguas corrientes o de escorrentía, que definen lo que se conoce como erosión hídrica, en la cual participa activamente la erosión pluvial, el sobrepastoreo y la actividad minera en suelos poco profundos.

La capacidad de la lluvia para producir erosión se denomina erosividad, mientras que la susceptibilidad del suelo a degradarse se conoce como erodabilidad. Para el área del municipio de San Luis, el IGAC (1988) calculó, de manera general, un índice de erosividad de la lluvia entre 750 y 1500 Kgm-mm/m², que se interpreta como medio; no obstante, si el suelo se encuentra sin vegetación, podría presentarse una erosión ligera a moderada y muchas veces severa.

- **Erosión laminar.** Es la pérdida de la parte superior del suelo (material fino). Una vez que el agua llega al suelo se produce erosión por el impacto de las gotas de lluvia. A medida que la intensidad de la lluvia supera la capacidad de infiltración del terreno, se genera la arroyada superficial. Si la pendiente es favorable, se irá produciendo una remoción del horizonte superficial, dando lugar a este tipo de erosión, acrecentada en el municipio de San Luis por la pérdida de la cobertura vegetal ocasionada por el sobrepastoreo.
- **Erosión en Surcos.** Se produce cuando la arroyada superficial se concentra formando pequeños canales o surcos de tamaño centimétrico o decimétrico (máximo 30 cm). Este tipo de erosión se observa, en especial, en el Abanico formado por flujos hiperconcentrados del Volcán Cerro Machín con capas de origen fluvial y/o lacustre y la Altillanura degradada en areniscas, arcillolitas y niveles conglomeráticos de color gris-verdoso predominante, debido fundamentalmente al agua de escorrentía que lava el material fino de los depósitos que lo constituyen.
- **Erosión en Cárcavas.** Es generada por el aumento en profundidad de los canales o surcos, los cuales pueden llegar a ser de orden métrico. Este tipo de proceso erosivo genera gran cantidad de sedimentos, al erodar rápidamente las paredes verticales de las cárcavas. Este tipo de erosión es típica, en la Cresta monoclinal en arcillolitas de color rojo con intercalaciones de areniscas y conglomerados polimícticos y las Montañas y colinas en areniscas, conglomerados polimícticos y arcillolitas de color rojo.
- **Erosión fluvial.** Los ríos no son sólo agentes del modelado terrestre, sino que constituyen las principales vías de transporte de material. Los ríos Coello, Luisa, Cucuana y Saldaña, las quebradas El Salado, Mercader, Los Iguaces, Arenosa (vereda Jagua-La Flor), Pedregosa, La Flor, La Jagua, Lemayacito, Lemaya, Arenosa, Pava, El Iguá, Cucharó, Ladroño, Calzón, Dindales, Mal Nombre, Chipalo (al suroeste de San Luis), Chicualí, Varejonal, Salada, Colorada Grande, Tomín, Calica, El Común, La Gallego y Cañada, causan en el municipio de Saldaña los siguientes tipos de erosión fluvial:
 - **Socavación lateral.** Ejercida, como su nombre lo indica, por la socavación de las corrientes en los sedimentos poco consolidados del borde del cauce, generando derrumbes y desplomes. Este proceso se observa con mayor frecuencia asociado a los ríos Cucuana, Luisa y Saldaña. Localmente el río Luisa socava lateralmente los depósitos fluviovolcánicos que conforman el terreno.
 - **Erosión de fondo de canal.** La masa o corriente de agua erosiona el fondo del canal de la corriente, ocasionando su profundización y generando transporte de materiales.

Es común en todos los ríos y quebradas del municipio originando el entallamiento de los valles aluviales.

Procesos de formación o agradación

Estos procesos actúan, principalmente, en la llanura aluvial de los ríos Coello, Luisa, Cucuana y Saldaña, en donde se depositan los materiales arrastrados por la acción vigorosa del río y sus tributarios. Es aquí donde se deposita gran parte de los sedimentos erodados en la Cordillera Central y en las paredes del valle del río.

A lo largo de los ríos y quebradas que drenan el municipio, se presentan zonas aluviales con sedimentos no consolidados, tamaño bloque, grava, arena y limo, que conforman planicies de poca elevación e inundables.

Amenazas geológicas e hidrológicas

De las evaluaciones geológicas e hidrológicas realizadas a través del reconocimiento fotogeológico y la visita de campo, así como el análisis de la información existente y entrevistas con habitantes del municipio, se tiene un panorama de los fenómenos geológicos e hidrológicos que ocasionan amenaza al municipio de San Luis.

Un análisis de informes sobre eventos naturales ocurridos en el departamento del Tolima, con base en información consultada en Cruz Roja, Defensa Civil, Bomberos, INGEOMINAS y algunos periódicos y revistas desde 1928 hasta 1994, indica que en este lapso solo han sido registrados dos eventos naturales, tipo tempestad, en el área del municipio de San Luis.

Los procesos de transporte en masa, conocidos popularmente como avalanchas, no han ocasionado pérdidas humanas y materiales importantes, pero son una amenaza potencial, especialmente en la llanura de inundación del río Luisa.

Finalmente, los sismos son eventos naturales, espaciados en el tiempo, que afectaron esta zona del territorio colombiano y áreas vecinas en épocas históricas y recientes, por lo que su amenaza debe ser considerada en el ordenamiento territorial del municipio de San Luis.

Amenaza volcánica.

Las erupciones volcánicas son uno de los fenómenos naturales más temidos, por sus efectos sobre la vida, la infraestructura y los bienes, además de que causan modificaciones en el territorio y el ambiente (UNESCO-UNDRO, 1987). Los efectos de un evento eruptivo pueden ser negativos por los daños producidos (GEOPOTENCIAL NEGATIVO) o positivos, a mediano y largo plazo, por la renovación de los suelos debido a la incorporación de materiales nuevos provenientes de la erupción (GEOPOTENCIAL POSITIVO).

Sea cual fuere el tamaño y grado de violencia de una erupción, siempre puede existir riesgo para las personas que se hallan en la cercanía de los edificios volcánicos o en las áreas por donde transitan los productos de las erupciones, si no se toman las medidas preventivas necesarias que incluyen, lógicamente, planes de uso del suelo y evacuaciones.

Para disminuir la amenaza, y ante la imposibilidad de abandonar o prohibir todo asentamiento en las áreas expuestas a amenaza volcánica, se deben establecer como medidas de prevención, a mediano y largo plazo, restricciones al aprovechamiento y uso del suelo y de las actividades de desarrollo, situaciones que deben ir unidas a planes de contingencia y emergencia volcánica y educación institucional y comunitaria (UNESCO-UNDRO, 1987).

Como en épocas recientes o históricas no se han presentado erupciones volcánicas que afecten el territorio del municipio de San Luis, ha pasado desapercibido este tipo de amenaza para el municipio, sus autoridades y habitantes. Las investigaciones realizadas por Cortés (1999), INGEOMINAS (1999), Cepeda y Murcia (1988), Cepeda y otros (1996) y Cepeda and others (1999), indican que el valle del río Coello, que constituye el límite norte de San Luis, ha sido el canal por el cual han transitado en tiempos prehistóricos y geológicos flujos de lodo o “lahares”, originados por erupciones de los Volcanes Cerro Machín y Nevado del Tolima, algunos de los cuales transitaron por el río Luisa, hasta llegar a los ríos Cucuana y Saldaña.

Los “lahares” son flujos de lodo, roca y escombros, con contenido variable de agua, que pueden precipitarse siguiendo los valles y quebradas a velocidades de 30 a 50 Km/h. Los lahares son tremendamente destructivos debido a su alta capacidad de transporte y son capaces de arrancar árboles, casas, puentes, anegando y destruyendo lo que encuentran en su camino o en las zonas donde se depositan.

- **Amenaza por el Volcán Cerro Machín:** El Volcán Cerro Machín se encuentra localizado en el flanco este de la Cordillera Central a una distancia, en línea recta, de 52 Km al noroccidente de la cabecera municipal de San Luis y 40 Km del centro poblado de Payandé.

El registro geológico observado en el territorio municipal de San Luis y las consideraciones de Cepeda y otros (1996), Thouret and others (1995) y Nuñez (1999), permiten afirmar que el valle del río Coello es un área expuesta a amenaza proveniente del Volcán Cerro Machín y que esta amenaza se origina en el tránsito seguro de flujos de lodo o lahares que arrasan y destruyen cuanto encuentran en su camino, inutilizando la tierra por algunos cuantos años.

El análisis geológico permite inferir, igualmente, que en ocasiones el valle aluvial fue rellenado totalmente por los materiales volcanoclásticos y que estos se desbordaron por la llanura preexistente, llegando hasta los ríos Luisa y Saldaña, avanzando por el valle de este río hasta llegar al valle del río Magdalena, constituyendo los depósitos de la Formación Machín. Los flujos de lodo también sobrepasaron el río Luisa y se dirigieron hacia la población de El Valle de San Juan. La erupción que generó los materiales que dieron origen a este depósito ocurrió hace más de 5000 años, de acuerdo con consideraciones de Cepeda y otros (1996). Los productos de las erupciones posteriores han estado más restringidos al valle del río Coello, afectando zonas próximas a él.

Con los antecedentes descritos se considera que el nivel de amenaza es alto, porque el río Coello es la única vía para el descenso y distribución de los flujos de lodo generados durante erupciones del Machín, sin que aún se pueda precisar, con detalle, la zona que podría resultar afectada en caso de una erupción.

Dependiendo de la magnitud de los flujos de lodo que se generen durante eventos eruptivos o con posterioridad por el lavado del material piroclástico acumulado en las laderas del volcán y en las zonas próximas a él, algunas corrientes tributarias del río Coello podrían ser temporalmente represadas, generándose inundaciones y avalanchas posteriores que agravarían la situación.

Los “lahares” resultantes de eventos eruptivos del Volcán Cerro Machín ocasionarían arrasamiento de estructuras y cultivos en las zonas afectadas, al igual que pérdida de semovientes, lesiones personales y muerte de personas si las áreas amenazadas no han sido evacuadas previamente, por lo que se hace necesario elaborar y poner en práctica no solo restricciones al uso del suelo, sino planes de educación, contingencia y emergencia frente a una reactivación del Volcán Cerro Machín, previendo su revisión y actualización anual.

Según John León Castillo (2009) el volcán Machín ha tenido desde 2009, cambios en el comportamiento de la actividad volcánica (nivel III). El volcán Cerro Machín es de tipo anillo de piroclastos, construido sobre un basamento metamórfico, dacítico, altamente explosivo, el cual está roto hacia el Suroeste y se encuentra taponado por tres domos, los cuales están en proceso de enfriamiento y sus productos principales, además de los domos, han sido flujos piroclásticos de ceniza y pómez y oleadas piroclásticas. También se han generado flujos de lodo (lahares) secundarios, originados por la acción del enriquecimiento en agua de los flujos piroclásticos.

Según el mismo autor, durante los días 8, 9 y 10 de noviembre de 2009, el volcán Cerro Machín registro un evento sísmico en el cual se registraron 1210 sismos volcano-tectónicos (asociados con fracturamiento de roca en el interior del volcán), 9 de ellos con magnitudes superiores a 2.5 y varios sentidos por los habitantes de Cajamarca, Ibagué, Calarcá y Armenia, entre otros.

Los inclinómetros localizados alrededor de volcán mostraron cambios importantes, asociados al evento principal del 9 de noviembre. El día 9 de noviembre de 2009, una comisión del INGEOMINAS se desplazó hacia el volcán Machín, con el fin de evaluar las condiciones del volcán. El reporte que se da es de completa normalidad en la actividad del volcán, agrietamiento de algunas viviendas y deslizamientos provocados por el movimiento. Por lo anterior es conveniente estar atentos a cualquier reactivación del volcán Machín, con el fin de tomar las medidas preventivas necesarias.

- **Amenaza del Volcán Nevado del Tolima.** Las investigaciones realizadas por Cepeda y Murcia (1988) indican que la totalidad de las erupciones registradas en el Volcán Nevado del Tolima ocasionaron deshielo, por consiguiente, formación de flujos de lodo o “lahares” que debieron descendieron por los ríos Coello y Combeima, así como por los otros drenajes que nacen en la cubierta glaciar de esta montaña volcánica.

Los autores mencionados señalan que en las partes altas del valle del río Toche, tributario principal del Coello, existen amplios valles en donde pueden depositarse los

materiales originados por flujos de lodo de erupciones futuras del Nevado del Tolima. No ocurre lo mismo con el río Combeima, afluente importante del río Coello y que desemboca a él en su curso medio, el cual arrastraría gran cantidad de flujos de lodo que llegarían al río Coello afectando, por consiguiente, la zona del municipio de San Luis que es bañada por esta corriente fluvial.

Un evento de este tipo ocasionaría arrasamiento de cultivos y estructuras en la zona afectada y si el área no está evacuada puede haber lesiones personales y pérdida de vidas. Igualmente pérdida de semovientes si no han sido retirados de la zona.

Frente a esta posibilidad y al igual que para el Volcán Cerro Machín, se hace necesario, como medidas de prevención y mitigación de desastres, elaborar y poner en práctica no solo restricciones al uso del suelo, sino planes de educación, contingencia y emergencia frente a una reactivación del Volcán Cerro Machín, previendo su revisión y actualización anual.

- **Amenaza Sísmica.** Los terremotos son causados por movimientos bruscos que se producen entre fragmentos de la corteza terrestre desprendiendo gran cantidad de energía y es uno de los fenómenos geológicos, que han producido mayores daños a lo largo de la historia de la humanidad, especialmente en los últimos años, por aumento de la población y densificación de las ciudades y poblados, construyéndose edificaciones que no cumplen con códigos sismorresistentes. Como casi todos los fenómenos naturales, la posibilidad de predicción depende del conocimiento que se tenga del fenómeno y su ocurrencia en el pasado histórico y geológico, labor que es desarrollada mediante los análisis de sismicidad instrumental, sismicidad histórica e investigaciones neotectónicas.

La amenaza sísmica, como lo explica Suárez (1998), incluye la predicción cuantitativa de la intensidad del sismo esperado con mayor probabilidad de ocurrencia en un sitio en particular. Esta situación implica la identificación y evaluación de las fuentes de sismos, utilizando para esto las evidencias de actividad de fallas geológicas (neotectónica) y la ocurrencia de sismos en el pasado (sismicidad histórica) y el presente (redes sismológicas). La sismicidad histórica permite confirmar la ocurrencia de sismos en el pasado y estimar la distribución geográfica de la intensidad, pero es la instrumentación actual la más útil para el análisis de la amenaza sísmica.

Los estudios de sismicidad instrumental y sismicidad histórica muestran que los epicentros de los sismos se concentran según alineaciones, que corresponden a fallas geológicas (Capote, 1987). Los estudios de neotectónica señalan los rasgos de fallas geológicas que han generado sismos de magnitud importante, en épocas cuaternarias (hace menos de 2 millones de años).

El Mapa de Amenaza Sísmica de Colombia (INGEOMINAS-AIS-UNIANDES, 1998), indica que el municipio de San Luis se encuentra en área de amenaza intermedia; por esta razón las construcciones en el área del proyecto, deben cumplir las normas que

para este grado de amenaza exige la nueva Norma Colombiana de Sismorresistencia (NSR-98; Ley 400 de 1997 y Decreto 33 de 1998).

Los habitantes del municipio de San Luis, que fueron indagados acerca de sismos sentidos en el área municipal en épocas pasadas, no aportaron mucha información acerca del efecto de ellos sobre las construcciones o sobre el comportamiento de las personas. Esta carencia de información no permitió establecer datos sobre intensidad de los sismos recientes que se han sentido en la zona central del departamento del Tolima, en donde se encuentra el municipio.

Con base en información de INGEOMINAS (1993a, 1993b, y 1993c) se encontró que en un área circular de 150 Km de radio alrededor del municipio de San Luis, se registraron entre 1743 y 1980 diecisiete eventos sísmicos de magnitud $M_s > 5$, algunos de ellos sentidos en Ibagué con intensidades de mayores a 6 en la escala de Mercali, como los de 1917, 1942, 1961, 1967, 1973 y 1980, pero sin que se haya podido establecer su repercusión en el área de San Luis.

De estos sismos vale la pena destacar el del 9 de febrero de 1967, cuyo epicentro se situó en el nororiente del departamento del Huila y causó severos daños en el sur del Tolima y en la cabecera municipal de El Espinal, distante 23,5 Km de la cabecera municipal de San Luis, en donde ocasionó que las torres de la catedral se desplomaran.

Según el EOT del municipio, en entrevista con el señor José Antonio Monrroy, habitante de la cabecera municipal de San Luis, permitió establecer que el sismo de febrero de 1967 ocasionó oscilación en cuerpos de agua, caída e objetos y alarma en la población; estas señales indican una intensidad de entre IV y V, en la escala de Mercali. Para el sismo del 25 de enero de 1999, el mismo habitante de San Luis, reportó vibración fuerte en las edificaciones y algo de alarma, lo que señala una intensidad de entre III y IV. Ninguno de estos movimientos telúricos ocasionó daños importantes en las construcciones ni lesiones personales.

De los registros sísmicos aportados por la Red Sismológica Nacional de Colombia (RSNC) que opera INGEOMINAS desde 1993 y del Catálogo de Sismos Históricos, se extrajeron aquellos con epicentro ubicado en un círculo de 150 Km de radio alrededor de San Luis (Tabla 3-19), encontrándose que seis (6) de ellos tuvieron epicentro en el área municipal entre 1993 y 1995. La magnitud de estos eventos osciló entre 2 y 3,6, y profundidad superficial, menor de 8 Km. Si bien las magnitudes son bajas, el carácter de superficiales a muy superficiales hace prever que pudieron haber sido sentidos y causado algo de sobresalto en la población del área epicentral. Esta actividad sísmica puede estar relacionada con algún sistema de fallas geológicas, pero se requieren estudios de sismicidad instrumental y neotectónica detallados para establecer la veracidad de esta hipótesis.

Tabla 3-19. Sismos con magnitud $m_s > 5$ ocurridos entre 1566 y 1987 dentro de un círculo de 150 km de radio alrededor del municipio de San Luis (Tolima).

Año	Magnitud M_s	Localización		Profundidad Foco (km)	Intensidad (Mercali)
		Latitud N	Longitud W		
1743	6,5	4,5	73,8		8 M-Bogotá
1785	6,5	4,7	73,8		6 M-Mariquita
1826	7,0	4,8	73,9		8 M-Bogotá
1829	5,0	5,0	75,5		
1878	5,0	5,1	75,5		7 M-Manizales
1917	7,3	4,0	74,0		8 M-Ibagué
1935	5,5	4,0	76,0	150	
1942	5,7	4,5	75,0	130	8M-Ibagué, 5M-Bogotá
1948	5,0	5,2	74,5	130	
1950	6,0	4,6	75,4	128	
1951	5,0	5,2	74,5	223	
1957	6,7	3,0	75,6	60	4M-Bogotá, 7M-Cali
1961	6,5	4,6	75,6	176	6M-Ibagué, 8M-Armenia
1967	6,7	2,9	74,9	60	6M-Ibagué, 8M-Planadas
1973	6,4	4,7	75,6	158	6M-Ibagué, 8M-Armenia
1976	6,4	4,5	75,8	158	7M-Armenia, 5M-Cali
1980	6,0	4,5	75,7	160	6M-Ibagué, 6M-Chaparral

Fuente: EOT Municipio de San Luis

De otra parte, en la zona que circunda al municipio de San Luis y que tiene influencia sísmica sobre el área municipal, los mapas de ubicación de epicentros de sismos ocurridos en el territorio colombiano entre 1993 y 1997, presentados por la Red Sismológica Nacional de Colombia, así como otros estudios de amenaza sísmica y neotectónica, muestran que existen al menos cuatro (4) áreas o sistemas de fallas sismogénicas; estas zonas son:

- Falla de Cucuana. Vergara y Cárdenas (1998) clasifican la Falla de Cucuana como potencialmente activa y la destacan como de importancia por su tasa de actividad y su potencial sismogénico, resaltando que la falla de Cucuana, al igual que la de Ibagué, es capaz de generar sismos de magnitud importante.
- Valle del Magdalena. Está ubicada al noreste de San Luis, en límites de los departamentos de Cundinamarca y Tolima, en donde la Red Sismológica Nacional

muestra la existencia de una concentración importante de epicentros de sismos, que permitió considerarla como fuente sismogénica (zona donde se generan sismos), por Monsalve y otros (1995), Quintero y otros (1997), Quintero y Arango (1997). Esta zona generó, entre enero de 1990 y enero de 1996, ciento noventa y cuatro (194) sismos, 96,4% de los cuales fueron someros (profundidades menores a 55 Km) y 94,8% con magnitud inferior a tres (3), según los análisis realizados por Quintero y Arango (1997). Ramírez (1975) considera que con esta zona se asocia el epicentro del sismo que en julio de 1805 semidestruyó a Honda (Tolima) y afectó seriamente el norte del departamento.

- Fallas de Ibagué y Doima. Ubicadas al norte del municipio de San Luis; Vergara y Cárdenas (1998) las destacan por su tasa de actividad y por su potencial sismogénico, pudiendo la Falla de Ibagué generar sismos de magnitud importante, sin que se puedan establecer períodos de retorno para cada una de ellas, debido a la ausencia de estudios de sismicidad histórica, sismicidad instrumental y neotectónica que permitan evaluar la amenaza sísmica.
- Piedemonte Llanero o Falla Frontal Andina. Es la zona sismogénica más importante del oriente colombiano, en donde, con relativa frecuencia, ocurren sismos que afectan notoriamente a Santa Fe de Bogotá. Históricamente se conoce de esta zona con magnitud Ms mayor de siete (7), como los de 1824, 1917 y 1967.

Con la información colectada se puede concluir que el municipio de San Luis, se encuentra en una zona de riesgo sísmico intermedio y que a su alrededor existen por lo menos cuatro (4) zonas sismogénicas importantes, cuya incidencia en la evaluación de la amenaza debe ser evaluada en forma detallada.

El estudio general de amenaza sísmica de Colombia (INGEOMINAS-AIS-UNIANDES, 1998), indica para el municipio de San Luis valores de aceleración pico efectiva (Aa), para una probabilidad de excedencia del 10% en un lapso de 50 años y de aceleración para el umbral de daño (Ad), para ser utilizados en el diseño y verificación de edificaciones indispensables o estratégicas 0,20 g y 0,14 g, respectivamente. Estos datos son preliminares y de carácter muy regional y deben ser tenidos en cuenta en los diseños de las estructuras junto con los resultados de los estudios de suelos.

Amenaza por remoción y transporte de masas.

Los fenómenos de remoción en masa son procesos dinámicos en donde una masa de rocas, suelo, material vegetal o una mezcla de ellos, es desplazada ladera abajo o cae por efecto de la acción de la gravedad, bajo el influjo de otros agentes naturales y/o antrópicos. Los procesos de remoción en masa reciben diferente nombre, dependiendo del material involucrado y el tipo de movimiento, identificándose, entre otros, los siguientes: caídas, desprendimientos, volteos, deslizamientos y reptación. En la zona rural reciben los nombres de “volcán” y “derrumbes”.

El transporte en masa, diferente de la remoción, se origina cuando el material acumulado por un proceso de remoción en masa, es removido por acción del agua en diversas cantidades,

dando lugar a los fenómenos conocidos como flujos de escombros y lodo, identificados popularmente como “avalanchas”.

Ferrer (1987), escribe que la remoción y transporte en masa puede ocurrir en infinidad de condiciones, debido al gran número de factores que influyen, condicionan y provocan este tipo de movimientos; adicionalmente afirma que el factor intrínseco más importante es la morfología del terreno, siendo más frecuentes en áreas montañosas, de pendientes moderadas a fuertes, y menos comunes en zonas menos escabrosas, como es una parte del territorio municipal de San Luis.

En el EOT de San Luis se considera que las áreas con pendiente mayores de 70 %, superiores a 30°, que según Villota (1991), es el ángulo crítico donde tienden a presentarse con mayor frecuencia los movimientos de masa rápidos, como zonas con mayor susceptibilidad a presentar a deslizamientos, desprendimientos y desplomes. Sin embargo, no se descarta que otras áreas con pendientes menores estén exentas a presentar este tipo de fenómeno.

También se comprobó que los procesos de erosión frecuentes son surcos, cárcavas y socavación lateral de cauces fluviales; este último fenómeno contribuye a la ocurrencia de desplomes en los bordes de terrazas y taludes de valles aluviales, en el sector por donde cruza el río Luisa.

Amenaza por inundaciones.

No existen datos ni estudios que muestren, la periodicidad de las inundaciones, de los ríos y quebradas del municipio de San Luis. Según datos de los campesinos el río Luisa eventualmente presenta crecidas pero no ha llegado a afectar la estructura del puente que lo atraviesa en inmediaciones del área de influencia directa.

Área de influencia directa

En el área de influencia directa se observan depósitos fluviovolcánicos de la Formación Machín como rasgo predominante (Foto 3-11).

El análisis geológico y geomorfológico realizado en el sitio del proyecto, así como la observación de campo, permitieron evidenciar que de acuerdo con la morfología y las unidades litológicas presentes hay probabilidad de procesos de remoción en masa como desprendimientos, si se intervienen los taludes sin las medidas de geotecnia preventiva.

Foto 3-11. Geoforma típica de depósitos del volcán Machín en el área del proyecto



Fuente: Fotografía tomada por Araújo Ibarra & Asociados S.A.

Por otra parte, la observación geológica indica que el cauce del río Luisa ha sido el canal de tránsito de flujos de lodo y flujos de escombros, conocidos como avalanchas, debidos a aguaceros intensos y, posiblemente, sismos, que disparan procesos de remoción en masa, cuyos materiales llegan al cauce de estas corrientes, siendo removilizados por el agua. La intensidad de estos fenómenos no es muy grande, pero ellos inducen procesos de erosión en el fondo y paredes del valle que ocasionan desplomes. Las áreas expuestas son las llanuras de inundación y los bordes de escarpes.

Asociados a pequeñas corrientes de agua, algunas de ellas intermitentes, se observan conos o abanicos aluviales de poca magnitud que son ocasionados por lluvias intensas que arrastran suelos desprotegidos y material vegetal a los cauces de estas corrientes; cuando ellas emergen a zonas planas descargan el material transportado ocasionando destrucción de bienes y obras ubicadas en su camino (Foto 3-12).

Foto 3-12. Cauces intermitentes que pueden causar daños durante aguaceros fuertes



Fuente: Fotografía tomada por Araújo Ibarra & Asociados S.A.

3.2.10 Atmósfera

3.2.10.1 Clima

El conjunto de las condiciones atmosféricas como precipitación, temperatura, humedad, vientos, presión atmosférica, radiación solar, nubosidad, etc., permiten caracterizar una o más zonas en la superficie terrestre.

Para la determinación del clima se seleccionaron ocho (8) estaciones climatológicas del IDEAM que presentaron mayor influencia en el municipio. De las ocho (8) estaciones, solamente una (1) se localiza dentro del área del municipio de San Luis y es la Estación La Resaca, las siete (7) restantes son aledañas, especialmente la Valle de San Juan: Buenos Aires, Rovira, Valle de San Juan, Guamo, Chicoral, Guamo - La Lorena y Ortega. La Estación Valle de San Juan y la Estación Rovira no tienen influencia directa sobre el área del municipio, sin embargo, fue necesario tenerla en cuenta para observar el comportamiento de las variables climatológicas en la parte Oeste del municipio:

- Estación Buenos Aires (desde 1987)
- Estación La Resaca (desde 1987)
- Estación Chicoral (desde 1980)
- Estación Valle de San Juan (desde 1987)
- Estación Hacienda La Lorena (desde 1980)
- Estación Ortega (desde 1980)
- Estación Guano (desde 1980)

- Estación Rovira 2 (desde 1980)

Las características de las estaciones son:

Estación “Buenos Aires”: Se encuentra localizada en el municipio de Ibagué y posee una influencia sobre el municipio de San Luis en el sector Norte, en una extensión de 8,76 Km correspondiente a las veredas Santa Isabel, el Hobo y sector La Soledad. Esta estación presenta una precipitación promedio anual multianual de 114,52 mm, siendo los meses de Marzo (133,39 mm), Abril (167,18 mm), Mayo (185,55 mm) y Junio (107,32 mm) en el primer semestre del año y Septiembre (127,09 mm), Octubre (154,55 mm) y Noviembre (103,73 mm) en el segundo semestre, los que registran los mayores valores de precipitación. Los meses más secos son Agosto (-55,59 mm), Febrero (-49,41 mm), Enero (-48,74 mm) y Diciembre (-48,68 mm).

Estación “La Resaca”: Se encuentra localizada dentro del área del municipio de San Luis en el Norte, sector de La Mina de Caliza, en el corregimiento de Payandé, con un área de influencia de 77,120 Km² sobre las veredas El Porvenir, El Salitre, Payandé, La Soledad, La Mesa, Caracolí y La Flor. En esta estación se registran los mayores valores de precipitación entre las ocho (8) estaciones seleccionadas; los meses de Abril, Mayo, Octubre, Noviembre y Diciembre superan el valor promedio anual multianual (156,20 mm) de esta estación, con valores que oscilan entre 163,43 mm a 243,27 mm. Los meses más secos durante el año son Enero (-87,02 mm), Agosto (-60,62 mm), Julio (-50,77 mm), Febrero (-38,83 mm), Marzo (-27,17 mm) y Junio (-20,23 mm).

Estación “Chicoral”: Localizada en el municipio de Chicoral, presenta influencia en la parte Noreste del municipio de San Luis, con un área de 28.525 Km sobre las veredas La Laguna, Santa Isabel y la Jagua. Según el análisis estadístico efectuado, registra una precipitación promedio anual multianual de 116,87 mm; los meses de Marzo, Abril, Mayo en el primer semestre del año y Septiembre, Octubre y Noviembre en el segundo semestre, son los meses que registran los mayores valores de precipitación con un rango que oscila entre 122,88 a 185,56 mm. Los meses más secos son Enero (-84,89 mm), Febrero (-53,10 mm), Agosto (-46,13 mm), Diciembre (-43,79mm), Junio (-37,17 mm) y Julio (-19,78 mm).

Estación “Valle de San Juan”: Localizada en el municipio de Valle de San Juan, su influencia con el municipio de San Luis está en la parte centro y Suroeste, con un área de 94,320 Km sobre las veredas La Flor, Jagua, Caracolito, Contreras, Paraguay, Cabecera Municipal, San Cayetano, Los Ciruelos, El Puño, Chicualí, Tomín y Tomogó. La precipitación promedio anual multianual para esta estación es de 119,84 mm; los meses de mayor precipitación son Marzo (132,39 mm), Abril (155,38 mm) y Mayo (196,3mm) en el primer semestre del año y Octubre (195,03 mm) y Noviembre (156,35 mm) en el segundo semestre. Los meses más secos son Enero (-51,40 mm), Julio (-52,06 mm), Agosto (-61,88 mm), Febrero (-25,46 mm) y Junio (-22,44 mm).

Estación “La Lorena”: Se encuentra localizada en el municipio de El Guamo, es la estación que mayor área de influencia tiene sobre el municipio de San Luis en la parte Sur y Sur - Este;

con una extensión de 201,890 Km, sobre Tomín, Gallego, Campo Alegre, Buenos Aires, Guacimito, Piedras Blancas, San Antonio, Patio Bonito, Meseta, La Cañada, Pedregal, La Aurora, Santa Lucía, Luisa García, Guadalajara, Limonar, La Cordialidad, Dindal y Malnobre. La precipitación promedio anual multianual es de 126,47 mm; los meses de mayor precipitación son Marzo (126,92 mm), Abril (184,67 mm) y Mayo (187,33 mm) en el primer semestre del año y Octubre (205,02 mm), Noviembre (194,70 mm) y Diciembre (124,58 mm) en el segundo semestre. Los meses más secos son Julio (-77,42 mm), Agosto (-52,59 mm), Febrero (-50,97 mm), Junio (-43,22 mm), Septiembre (-22,64 mm) y Enero (-17,52 mm) con respecto a la precipitación media anual.

Estación “Ortega”: Localizada en el municipio de Ortega, tiene influencia sobre el municipio de San Luis en la parte Sur en un área de 24,810 Km sobre las veredas primavera, San Anastasio, La Cañada y Tomogó. La precipitación promedio anual multianual de esta estación es de 129,25 mm; las mayores precipitaciones se presentan en los meses de Marzo (152,31 mm), Abril (188,54 mm) y Mayo (177,80 mm) en el primer semestre del año y Octubre (198,78 mm), Noviembre (209,63 mm) y Diciembre (125,03 mm) para el segundo semestre. Los meses más secos son Enero (-39,48 mm), Febrero (-36,65 mm), Junio (-30,17 mm), Julio (-68,43 mm), Agosto (-65,95 mm) y Septiembre (-35,92 mm) con respecto a la precipitación media anual.

Estación “Guamo”: Localizada también en el municipio de El Guamo, es la de menor área de influencia para el municipio, 0,605 Km, sobre la vereda Malnobre en los límites con el río Saldaña. Sin embargo, es importante porque junto con la estación La Lorena, permite detallar el comportamiento de las lluvias en la zona Sur del municipio. La precipitación promedio anual multianual para esta estación es de 117,23 mm; los meses de mayor precipitación son Abril (176,05 mm) y Mayo (158,42 mm) en el primer semestre del año y Octubre (163,72 mm) y Noviembre (166,54 mm) en el segundo. Sin embargo, en el segundo semestre del año, el período de lluvias es mucho más extenso, iniciándose en Septiembre y terminando en Enero. Los meses más secos son Febrero (-23,03 mm) y Marzo (-18,91 mm) en el primer semestre, Julio (-65,42 mm) y Agosto (-57,62 mm) en el segundo semestre, con respecto a la media anual multianual.

Estación “Rovira”: Esta estación no tiene influencia directa sobre el municipio de San Luis, sin embargo, fue necesario tenerla en cuenta para detallar el comportamiento de las lluvias junto con la estación La Resaca para definir la tendencia de las isoyetas e isotermas en la zona Noroeste del municipio.

Las variables que se analizaron para determinar el clima en el municipio fueron:

Precipitación

Según Castañeda 1986, se entiende por precipitación el agua proveniente del vapor de agua de la atmósfera, depositada en la superficie de la tierra de cualquier forma como lluvia, granizo, rocío, neblina o nieve. Para el análisis estadístico de la precipitación, se adquirió información de registros pluviométricos del IDEAM para un período de doce (12) años comprendidos entre

1987 a 1998, período en el cual el total de las estaciones seleccionadas poseían información meteorológica disponible (Figura 3-23 y Figura 3-24):

Figura 3-23. Valores totales mensuales de precipitación (mm). Estación La Resaca Municipio de San Luis.

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1987	44.00	48.00	39.00	147.00	174.00	108.90	135.00	208.00	93.00	419.00	62.00	39.00	1,516.90
1988	62.00	79.70	73.00	379.50	165.00	215.00	268.00	245.00	201.00	75.00	336.00	402.70	2,501.90
1989	66.00	881.10	92.00	135.00	113.00	245.00	40.00	55.00	235.00	210.00	140.00	45.00	2,257.10
1990	60.00	67.00	80.00	325.00	105.00	35.00	85.00	55.00	150.00	315.00	220.00	165.00	1,662.00
1991	76.00	50.00	181.00	143.00	293.00	185.00	140.00	50.00	167.00	145.00	313.00	328.00	2,071.00
1992	115.00	100.00	100.00	201.00	280.00	116.00	40.00	25.00	63.00	117.00	306.00	145.00	1,608.00
1993	101.70	163.00	260.00	503.50	269.50	176.40	51.00	60.00	102.00	211.00	375.50	184.00	2,457.60
1994	50.00	103.00	276.50	235.00	380.50	52.00	150.00	91.80	63.00	280.00	211.80	76.00	1,969.60
1995	32.00	19.00	40.00	256.00	141.10	83.00	213.20	81.90	218.70	235.00	82.90	229.30	1,632.10
1996	87.40	105.10	218.40	98.50	332.80	117.00	50.00	113.00	188.60	175.00	108.00	150.00	1,743.80
1997	107.00	143.40	76.70	136.40	108.80	211.40	68.30	83.60	230.00	143.00	137.00	20.00	1,465.60
1998	29.00	149.20	111.80	359.30	420.60	86.90	24.70	78.70	56.80	351.40	261.60	178.20	2,108.20

Medias	69.18	117.37	129.03	243.27	231.94	135.97	105.43	95.58	147.34	223.03	212.82	163.43	
Máximas	115.00	381.00	276.50	503.50	420.60	245.00	268.00	245.00	235.00	419	375.50	402.43	
Mínimas	29.00	19.00	39.00	98.50	105.00	35.00	24.70	25.00	56.80	75.00	62.00	20.00	
Media General	156.20	156.20	156.20	156.20	156.20	156.20	156.20	156.20	156.20	156.20	156.20	156.20	
Desvio mm	-87.02	-38.83	-27.17	87.07	75.74	-20.23	-50.77	-60.62	-8.86	66.83	56.62	7.23	
Desvio	-55.71	-24.86	-17.39	55.74	48.49	-12.95	-32.50	-31.81	-5.67	42.79	36.25	4.63	
C.H	3.69	6.26	6.88	12.98	12.37	7.25	5.62	5.10	7.86	11.90	11.35	8.72	

Fuente: EOT Municipio de San Luis

Figura 3-24. Valores totales mensuales de precipitación (mm). Estación Valle de San Juan Municipio de San Luis.

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1987	64.00	40.80	56.90	72.70	162.80	10.80	72.00	132.20	52.00	266.00	143.20	144.50	1,217.90
1988	71.00	88.40	92.40	138.00	83.00	241.00	71.00	35.00	169.90	134.40	258.90	196.30	1,579.30
1989	28.00	132.00	108.10	64.40	136.90	120.80	39.20	29.20	155.30	203.40	69.10	33.60	1,120.00
1990	25.00	21.50	175.00	196.00	178.00	37.60	61.00	24.00	101.00	209.00	113.00	144.70	1,285.80
1991	55.60	81.00	199.00	218.40	259.00	96.40	56.00	48.00	209.00	70.00	99.14	155.00	1,546.54
1992	30.00	76.20	66.50	132.40	203.70	67.60	45.00	30.00	43.70	119.00	161.00	82.40	1,057.50
1993	231.00	121.00	157.00	253.00	248.00	79.60	28.00	53.00	126.00	185.00	224.00	175.00	1,880.60
1994	98.00	96.40	209.50	184.10	266.10	74.10	65.00	49.60	92.60	223.10	163.70	90.30	1,612.50
1995	46.10	35.50	27.00	127.30	154.00	128.00	177.70	85.80	114.00	166.00	120.20	144.80	1,326.40
1996	88.60	114.20	276.00	113.20	281.00	78.00	113.20	69.60	139.40	120.30	117.80	62.80	1,574.10
1997	39.00	182.00	111.00	166.00	97.00	106.40	47.70	54.40	41.00	176.60	127.40	18.00	1,166.50
1998	45.00	83.00	110.30	199.00	287.00	75.00	37.60	84.70	105.20	467.50	278.50	116.30	1,889.10

Medias	68.44	89.33	132.39	155.38	196.38	92.94	67.78	57.96	112.46	195.00	156.35	113.64	
Máximas	231.00	182.00	276.00	253.00	287.00	241.00	177.70	132.20	209.00	467.07	278.35	196.30	
Mínimas	25.00	21.50	27.00	64.40	83.00	10.80	28.00	24.00	41.00	70.00	69.10	18.00	
Media General	119.84	119.84	119.84	119.84	119.84	119.84	119.84	119.84	119.84	119.84	119.84	119.84	
Desvio mm	-51.40	-30.51	12.55	35.54	76.54	-26.90	-52.06	-61.88	-7.38	75.19	36.51	-6.20	
Desvio	-42.89	-25.46	10.47	29.65	63.86	-22.44	-87.00	-51.64	-6.16	62.74	30.47	-5.17	
C.H	3.71	4.55	11.15	12.89	13.23	5.68	6.92	5.04	8.76	12.94	9.93	5.21	

Fuente: EOT Municipio de San Luis

Análisis de Datos Pluviométricos. Los datos del IDEAM fueron sometidos por el municipio a un detallado análisis estadístico, para efectuar la determinación de los parámetros de precipitación mensual y anual para las estaciones, así:

- Homogeneización de la información, es decir, cálculo de los datos faltantes, para ello se utilizó el programa DATFAM.EXE suministrado por la Oficina Subdirección de Ordenamiento Territorial de CORTOLIMA
- Tabulación de los valores de precipitación por totales mensuales, año por año con los correspondientes totales anuales.
- Cálculo de las medias mensuales interanuales para el período de doce años y cálculo de la media mensual anual general para cada estación seleccionada.
- Cálculo de los coeficientes de humedad mensual con base en las medias mensuales interanuales y en la media anual del período; estos valores se expresan en porcentaje (%).
- Determinación de las precipitaciones máximas y mínimas para cada mes en particular.
- Cálculo de los desvíos de cada media mensual interanual respecto de la media mensual.
- Elaboración de las gráficas respectivas para cada parámetro determinado en cada una de las estaciones.

En la Tabla 3-20 se presentan los valores de precipitación una vez efectuado el análisis estadístico detallado.

El análisis de lluvias mensuales es muy práctico para definir el régimen pluviométrico del municipio porque muestra la forma como se distribuyen las lluvias durante el año. El desvío calculado de cada mes respecto a la media mensual interanual, muestra los meses secos y los meses húmedos para el municipio, información muy útil para ser aplicada en el sector agropecuario principalmente y también en la planificación de proyectos de desarrollo.

Tabla 3-20. Cálculo de la precipitación media por el método de isoyetas

INTERVALO ENTRE ISOYETAS	(mm)ÁREA (Km²) ENTRE ISOYETAS
1950 – 1900	3,390
1900 – 1850	8,330
1850 – 1800	12,550
1800 – 1750	14,260
1750 – 1700	16,900
1700 – 1650	25,390
1650 – 1600	35,140
1600 – 1550	70,200
1550 – 1500	59,290
1500 – 1450	67,891
1450 – 1400	83,050
1400 – 1350	17,151
TOTAL	413,542

Fuente: EOT Municipio de San Luis

Una vez definidas las medias anuales multianuales en cada una de las estaciones, se procedió a elaborar el mapa de isoyetas anual, en él se presenta el comportamiento de las lluvias dentro del área del municipio; de este mapa se puede definir lo siguiente:

- La variación de la precipitación en el municipio oscila entre 1400 mm y 1900 mm.
- En la zona Norte es donde se presentan las mayores precipitaciones, aumentando de 1400 mm a 1900 mm en sentido Noreste a Noroeste. En el centro del municipio las precipitaciones se mantienen estables con valores que oscilan solamente entre 1500 mm a 1450 mm. Posteriormente se presenta un ligero aumento en sentido Suroeste, con valores que oscilan entre 1500 mm a 1650 mm. En sentido Sureste, se presenta luego un ligero descenso en la magnitud de las precipitaciones pasando de 1500 mm a 1450 mm.
- Según el análisis estadístico, el régimen pluviométrico es bimodal, presentándose dos épocas de invierno y dos de verano durante el transcurso del año. En el Norte del municipio, el período de lluvias es mucho más prolongado e intenso durante el primer semestre del año; en el Centro prácticamente el comportamiento de las lluvias es equilibrado en los dos semestres del año y en el Sur, el período de lluvias es más prolongado e intenso en el segundo semestre del año.
- En el Norte, el mes más seco es Enero, con -87,03 mm de déficit hídrico con respecto a la media anual multianual, registrado en la estación La Resaca y corresponde también al mes más seco registrado en todas las estaciones seleccionadas; en la zona Centro es Agosto con -61,88 mm registrado en la estación Valle de San Juan y en la parte Sur, es Julio con (-77,42 mm) registrado en la estación La Lorena.
- Según el Método de las Isoyetas mediante el cual se utilizan las precipitaciones promedio anual y multianual y el área entre cada una de ellas, se determina que el promedio anual multianual para el municipio de San Luis es de 1.551,78 mm. En el área de influencia directa la precipitación es en promedio de 1600 mm.

Temperatura

La temperatura al igual que la precipitación se constituye en otra variable indispensable a tener en cuenta para definir el clima de una región o sitio determinado; para el caso de nuestro país la temperatura está muy relacionada con la altitud o altura sobre el nivel del mar, el municipio de San Luis se encuentra en un rango altitudinal entre 400 a 1.600 msnm, lo que permite encontrar valores de temperatura que oscilan entre 21 °C a 28 °C. En la Tabla 3-21 se observa la temperatura promedio anual y las isotermas:

Tabla 3-21. Temperatura promedio anual e isotermas de las estaciones seleccionadas

Estación	Temperatura Promedio Anual (°C)	Isoterma (msnm)
Buenos Aires	25,40	750
La Resaca	22,00	1250
Chicoral	27,72	475
Valle de San Juan	26,25	650
Hacienda La Lorena	27,50	450
Ortega	27,20	495
Guamo	27,65	360

Estación	Temperatura Promedio Anual (°C)	Isoterma (msnm)
ROVIRA	224,00	950

Fuente: Información del IDEAM.

De los datos adquiridos en el IDEAM solamente tres (3) estaciones poseían registros de temperatura: Estación Chicoral, Valle de San Juan y Guamo; información que fue analizada estadísticamente, efectuándose la determinación de los parámetros de temperaturas medias mensuales y anuales, máximas y mínimas de cada una de las tres estaciones. En las Figura 3-25 y Figura 3-26 se presentan los valores de temperatura una vez efectuado el análisis estadístico.

Figura 3-25. Valores mensuales de Temperatura (°C) Valle de San Juan

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1988	27.40	26.80	28.00	26.30	26.60	26.00	25.70	28.80	25.20	25.80	25.40	25.00	317.00
1989	25.80	25.70	25.50	26.30	26.30	26.40	26.90	27.30	25.80	25.20	26.50	26.20	313.90
1990	25.80	26.50	26.70	26.10	26.90	27.20	27.30	28.70	27.80	27.10	27.30	25.40	322.80
1991	26.70	27.50	26.00	26.10	25.50	25.90	26.60	26.70	27.40	26.80	26.10	25.40	316.70
1992	26.10	26.70	27.70	26.00	26.40	27.00	26.50	27.90	27.70	26.20	25.10	25.40	318.70
1993	25.10	25.60	25.70	25.40	25.50	26.10	26.70	28.30	27.00	26.10	24.80	25.10	311.40
1994	25.20	25.20	25.50	25.20	25.30	25.40	25.90	27.70	28.00	25.80	24.70	25.20	309.10
1995	25.90	27.20	26.10	26.50	25.80	25.60	25.80	25.80	26.60	25.30	25.30	24.80	310.70
1996	24.90	25.40	25.40	26.00	25.00	25.40	25.50	28.50	26.70	25.00	25.00	25.00	307.80
1997	25.50	26.00	26.60	26.10	26.20	25.50	27.30	28.90	28.60	27.70	27.70	26.20	322.30
1998	25.20	28.30	27.70	26.70	26.20	26.10	26.50	27.20	27.10	26.40	26.40	24.90	318.70
Medias	26.05	26.45	26.45	26.06	25.97	26.05	26.43	27.44	27.08	26.13	26.13	25.33	
Máximas	28.20	28.30	28.00	26.70	26.90	27.20	27.30	28.90	28.60	27.70	27.70	26.20	
Mínimas	24.90	25.20	25.40	25.00	25.00	25.40	25.50	25.80	25.20	25.00	25.00	24.80	
Media General	26.50	26.50	26.25	26.25	26.25	26.25	26.25	26.25	26.25	26.25	26.25	26.25	

Fuente: EOT Municipio de San Luis

Tabla 3-22. Cálculo de la temperatura media por el método de isotermas Municipio de San Luis

INTERVALO ENTRE ISOTERMAS	AREA ENTRE ISOTERMAS (Km)
21 – 22	13,248
22 – 23	23,688
23 – 24	30,046
24 – 25	27,522
25 – 26	58,195
26 – 27	160,494
27 – 28	100,349
TOTAL	413,542

Fuente: Esquema de ordenamiento territorial de San Luis

Para definir la clasificación climática por el método de Caldas – Lang (Tabla 3-23) se procedió a calcular la temperatura promedio mensual y anual y se determinó que porcentaje del municipio presenta los tipos térmicos definidos (Tabla 3-24).

Tabla 3-23. Clases de clima según factor de lluvia

COCIENTE P/T	CLASES DE CLIMA
0 -20	Desértico
20.1 – 40	Árido
40.1 – 60	Semiárido
60.1 – 100	Semihúmedo
100 – 160	Húmedo
Mayor de 160	Superhúmedo

Fuente: Método Climático Caldas - Lang

Tabla 3-24. Modelo climático de Caldas

PISO TÉRMICO	RANGO ALTURA (m)	TEMPERATUR A (°C)	ÁREA MUNICIPIO (Ha)
Cálido	0 – 1000	Mayor de 24	39.199,60
Templado	1001 – 2000	24 - 17,5	2.154,60
Frío	2001 – 3000	17,5 – 12	0,00
Páramo Bajo	3001 – 3700	12 – 7	0,00
Alto	3701 – 4200	Menor de 7	0,00

Fuente: Esquema de ordenamiento territorial de San Luis

Según la anterior clasificación, en el municipio la gran mayoría de extensión se encuentra en el piso térmico Cálido con 39.199,60 Ha correspondientes al 94,79 % del área total del municipio.

Solamente el 5,21% del área total del municipio, presenta un piso térmico templado.

En el área de influencia directa el clima es cálido semihúmedo, con alturas entre 600 a 900 msnm, una precipitación promedio anual entre 1700 a 1550 mm y una temperatura que oscila entre 24 a 26 °C.

Evapotranspiración

Según Castañeda, el conjunto de los fenómenos físicos que transforman en vapor el agua se llama evaporación y la transpiración es la evaporación biológica y el conjunto de estas dos recibe el nombre de evapotranspiración.

La evapotranspiración está influenciada por la precipitación, la humedad relativa, la temperatura, el viento, la radiación solar, la presión atmosférica, la salinidad del agua, la

cobertura vegetal y el tipo de suelo. Su conocimiento tiene amplia aplicación en el sector agronómico, especialmente cuando se quiere conocer la cantidad de agua necesaria para el sostenimiento de un cultivo que exige riego.

Para el cálculo de la evapotranspiración se adoptó el método de Thornthwaite, quien la define como evapotranspiración potencial que no es más que la cantidad de agua que se evapotranspira si el abastecimiento de agua es suficiente para cumplir con esta necesidad:

- Se determina el Índice Térmico Anual (I) para cada una de las estaciones seleccionadas, el cual está dado por la suma de los índices mensuales (i).
- Se calcula el término (a) y luego la evapotranspiración potencial (ETP) para cada mes, la cual corresponde a meses de 30 días con una radiación solar de 12 horas sobre 24.
- Se corrigen los valores de ETP obtenidos según la duración real de cada mes y cada día, multiplicándolos por un factor de ajuste (f) que se obtiene de una tabla de coeficiente de Thornthwaite según la latitud y el mes.
- Calculados los valores mensuales de ETP en cada una de las estaciones, se comparan con las precipitaciones medias mensuales, realizándose un balance de entradas y salidas de agua del sistema suelo - planta a escala mensual conociéndose como Balance Hídrico.

En las Tabla 3-25, Tabla 3-26 y Tabla 3-27 se presentan los cálculos de la ETP por el Método de Thornthwaite para las estaciones que presentan influencia sobre el área del proyecto.

Tabla 3-25. Cálculo de la evapotranspiración potencial (ETP) por el método de Thornthwaite para la estación "Buenos Aires"

MES	Pmm	T°C	i	ETP. T	F	ETP (cm)
Enero	65,76	25,60	11,85	8,32	1,00	38,34
Febrero	65,09	25,90	12,06	8,59	0,93	28,01
Marzo	133,39	25,50	11,78	8,23	1,03	28,49
Abril	167,18	24,90	11,37	7,71	1,01	87,85
Mayo	185,55	24,90	11,37	7,71	1,05	78,15
Junio	107,32	25,30	11,64	8,06	1,02	78,28
Julio	99,94	26,60	12,56	9,24	1,05	79,77
Agosto	58,91	26,10	12,21	8,78	1,04	49,17
Septiembre	127,09	25,60	11,85	8,32	1,01	58,44
Octubre	154,55	24,40	11,02	7,30	1,03	27,53
Noviembre	103,73	24,50	11,09	7,38	0,99	37,33
Diciembre	65,82	25,00	11,44	7,80	1,02	37,98
I = 140,24						

Fuente: Esquema de ordenamiento territorial de San Luis

Tabla 3-26. Cálculo de la evapotranspiración potencial (ETP) por el método de Thornthwaite para la estación La Resaca

MES	Pmm	T°C	i	ETP. T	F	ETP (cm)
Enero	69,18	22,00	9,42	7,46	1,00	37,48
Febrero	117,37	22,40	9,68	7,78	0,93	27,25
Marzo	129,03	22,10	9,49	7,54	1,03	27,78
Abril	243,27	21,60	9,16	7,16	1,01	87,29
Mayo	231,94	21,70	9,23	7,23	1,05	77,64
Junio	135,97	21,90	9,36	7,39	1,02	77,59
Julio	105,43	22,90	10,01	8,18	1,05	78,65
Agosto	95,58	22,40	9,68	7,78	1,04	38,11
Septiembre	147,34	21,80	9,29	7,31	1,01	57,42
Octubre	223,03	21,10	8,85	6,78	1,03	26,94
Noviembre	212,82	21,30	8,97	6,93	0,99	36,88
Diciembre	163,43	21,60	9,16	7,16	1,02	37,32
a = 2,29 I = 112,30						

Fuente: Esquema de ordenamiento territorial de San Luis

Tabla 3-27. Cálculo de la evapotranspiración potencial (ETP) por el método de Thornthwaite para la estación Valle de San Juan

MES	Pmm	T°C	i	ETP. T	F	ETP (cm)
Enero	68,44	26,05	12,17	8,10	1,00	48,13
Febrero	89,33	26,45	12,45	8,46	0,93	27,88
Marzo	132,39	26,45	12,45	8,46	1,03	28,73
Abril	155,38	26,06	12,18	8,10	1,01	88,25
Mayo	196,38	25,97	12,11	8,02	1,05	68,47
Junio	92,94	26,05	12,17	8,10	1,02	68,31
Julio	67,78	26,43	12,44	8,44	1,05	68,91
Agosto	57,96	27,44	13,17	9,39	1,04	29,78
Septiembre	112,46	27,08	12,91	9,04	1,01	69,18
Octubre	195,03	26,13	12,23	8,17	1,03	28,43
Noviembre	156,55	25,58	11,84	7,68	0,99	47,63
Diciembre	113,64	25,33	11,66	7,47	1,02	47,65
a = 2,86 I = 147,78						

Fuente: Esquema de ordenamiento territorial de San Luis

3.2.10.2 Balance hídrico

En un balance hídrico se tiene en cuenta las entradas y salidas de agua en un sistema suelo-planta; su cálculo es importante para el municipio porque permite conocer los movimientos

del agua en el suelo y estimar de esta forma los requerimientos de ésta en los diferentes cultivos y actividades agropecuarias que se quieran adelantar. Para su cálculo es necesario conocer:

- La evapotranspiración potencial (ETP), la cual se determinó por el método de Thornthwaite.
- La precipitación, obtenida del procesamiento estadístico realizado a cada una de las estaciones seleccionadas.
- La capacidad de almacenamiento del suelo, se determinó del análisis físico realizado en laboratorio a las muestras de suelo recolectadas.
- Con las anteriores variables, se determina la evapotranspiración real (ETPr), la variación de la reserva de agua en el suelo, el déficit, excedentes, escurrimientos y coeficiente de Thornthwaite.

En la Figura 3-26 se presenta el balance hídrico calculado para la Estación La Resaca, cercana al área de influencia directa, de acuerdo a las muestras de suelo recolectadas en las diferentes unidades de paisaje.

Figura 3-26. Cálculo del balance hídrico según thornthwaite para la estación La Resaca C.A.S. 44 mm en la unidad de suelo cshg2.lcd2, vereda caracolí, municipio de San Luis - Tolima (1999)

CONCEPTO	MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
1. ETP (mm)		74,80	72,50	77,80	72,90	76,40	75,90	86,50	81,10	74,20	69,40	68,80	73,20	903,50
2. Precipitación (mm)		69,18	117,37	129,03	243,27	231,94	135,97	105,43	95,58	147,34	223,03	212,82	163,43	1.874,39
3. Variación en la reserva del suelo		-5,62	(+)5,62	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4. Almacenamiento en el suelo		38,80	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	
5. Evapotranspiración real Etr. (mm)		74,80	72,50	77,80	72,90	76,40	75,90	86,50	81,10	74,20	69,40	68,80	73,20	903,50
6. Déficit		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-
7. Excedente		-	39,25	51,23	170,37	155,54	60,07	18,93	14,48	73,14	153,63	144,02	90,23	970,89
8. Escurrimiento		53,60	46,43	48,83	109,60	132,60	96,30	57,30	36,10	54,62	104,10	124,10	107,20	
9. P - Etp		-5,62	(+)44,87	(+)51,23	(+)107,37	(+)155,54	(+)60,07	(+)18,93	(+)14,48	(+)73,14	(+)153,63	(+)144,02	(+)90,23	
Indice de humedad (lh)														107,46
Indice de aridez (la)														0
Indice hídrico anual (lm)														107,46

Fuente: Esquema de ordenamiento territorial de San Luis

En general según los balances hídricos del municipio, no se presenta problemas por déficit de agua en el municipio, debido a que las precipitaciones siempre superan la evapotranspiración potencial.

Otras variables. Existen otras variables que de forma directa e indirecta inciden en el comportamiento climático de una zona o región; para el caso del municipio de San Luis es necesario también tener en cuenta otras variables climáticas como el brillo solar, la nubosidad, la humedad relativa y la evaporación debido a la vocación agropecuaria del municipio.

La estación Valle de San Juan presenta registros de las variables Humedad Relativa y Nubosidad, por consiguiente, a continuación serán las únicas variables que se analizarán en este capítulo para complementar el estudio climático.

Humedad Relativa. El comportamiento de la humedad relativa tiene una relación inversa con respecto a la temperatura, debido a que al aumentarse la temperatura, aumenta la capacidad atmosférica para retener el vapor de agua y por consiguiente si la atmósfera no continua recibiendo aportes adicionales de vapor, la humedad relativa disminuye.

En los meses secos, se presentan por consiguiente las mayores temperaturas y la humedad relativa es baja, mientras que en la época de invierno, la relación se invierte, indicando que los mayores valores de humedad relativa se presentan en los meses de invierno.

En la Figura 3-27 se presenta los valores de humedad relativa de la estación Valle de San Juan, con influencia directa sobre el área de estudio.

Figura 3-27. Valores medios mensuales de humedad relativa (%) Estación Valle de San Juan

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1988	79,10	73,70	72,00	81,00	80,00	80,00	80,00	81,00	80,90	79,90	83,00	83,00	953,60
1989	78,00	81,00	82,00	80,00	80,00	79,00	76,00	67,00	77,00	80,00	76,00	81,00	937,00
1990	76,00	79,00	78,00	81,00	79,00	72,00	72,00	64,00	68,00	73,00	74,00	82,00	898,00
1991	72,60	74,00	81,00	81,00	85,00	83,00	78,00	75,00	74,00	77,00	81,00	84,00	945,60
1992	77,80	76,80	67,40	80,60	81,10	69,50	74,70	60,00	66,00	76,00	82,00	82,00	893,90
1993	82,00	79,00	78,00	84,00	84,00	78,00	69,00	61,00	70,00	78,00	85,00	84,00	932,00
1994	80,00	84,00	82,00	86,10	85,10	79,00	72,00	62,00	63,00	77,00	84,00	81,00	935,20
1995	74,00	66,00	76,00	75,00	79,00	79,00	73,00	74,00	70,00	78,00	82,00	83,00	909,00
1996	79,00	77,00	81,00	81,00	86,00	84,00	80,00	75,00	75,00	83,00	82,00	81,00	964,00
1997	77,00	76,00	75,00	81,00	80,00	85,00	81,00	72,00	65,40	70,00	80,00	77,00	919,40
1998	70,00	71,00	74,00	84,00	83,00	80,00	71,00	68,00	72,00	78,00	85,00	85,00	921,00
Medias	76,86	76,14	76,95	81,34	82,02	78,95	75,15	69,00	71,03	77,26	81,27	82,09	
Máximas	82,00	84,00	82,00	86,10	86,00	85,00	81,00	81,00	80,90	83,00	85,00	85,00	
Mínimas	70,00	66,00	67,40	75,00	79,00	69,50	69,00	60,00	63,00	70,00	74,00	77,00	
Media General	77,34	77,34	77,34	77,34	77,34	77,34	77,34	77,34	77,34	77,34	77,34	77,34	

Fuente: Información IDEAM

Del análisis se puede concluir lo siguiente en lo que respecta al comportamiento de la humedad relativa:

La humedad relativa en el área de influencia directa del proyecto es del 77,34 %. Los meses en donde se presentan los valores más bajos de humedad relativa son Julio, Agosto y Septiembre coincidiendo con el periodo de verano del segundo semestre y Enero y Febrero para el primer semestre. Por consiguiente, en esta época es donde se requieren los mayores volúmenes de agua para el sostenimiento de cultivos.

Nubosidad. El comportamiento de la nubosidad y el brillo solar es inversamente proporcional y está determinado por la ocurrencia de las lluvias; lo que significa que en los periodos lluviosos el brillo solar disminuye y en la época de bajas precipitaciones el brillo solar

aumenta debido a la mayor nubosidad registrada durante las épocas de lluvias que obstaculizan el paso de la radiación solar. Los datos de la estación Valle de San Juan, se observan en la Figura 3-28 siguiente:

Figura 3-28. Valores medios mensuales de nubosidad (octas) en la Estación Valle de San Juan

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1987	6,60	6,60	8,30	8,30	5,00	5,00	6,00	8,30	5,00	6,00	5,00	5,00	75,10
1988	4,00	4,00	4,00	5,00	5,00	3,00	4,00	4,00	6,60	7,90	5,00	5,00	57,50
1989	5,00	6,00	6,00	5,00	4,00	5,00	4,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,00	59,00
1990	4,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,00	5,00	4,00	5,00	5,00	5,00	5,00	57,00
1991	3,30	5,00	6,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	3,30	57,60
1992	6,00	3,30	3,30	3,30	5,00	5,00	3,30	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	59,20
1993	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	5,00	5,00	5,00	6,00	5,00	6,00	6,00	68,00
1994	6,00	8,30	6,60	8,30	6,60	5,00	5,00	3,30	5,00	8,30	6,60	5,00	74,00
1995	3,30	3,30	6,00	6,00	5,00	5,00	3,50	3,80	4,00	4,80	5,30	4,10	54,10
1996	6,00	6,00	7,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	73,00
1997	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	5,00	71,00
1998	5,00	6,00	7,00	6,00	6,00	5,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	71,00

Medias	5,00	5,00	6,00	6,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	6,00	6,00	5,00
Máximas	7,00	8,00	8,00	8,00	7,00	6,00	6,00	8,00	7,00	8,00	7,00	6,00
Mínimas	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	3,00	3,00	3,00	4,00	5,00	5,00	3,00
Media General	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00

Fuente: Información IDEAM

Del análisis estadístico se puede concluir lo siguiente en lo que respecta al comportamiento de la nubosidad:

- La nubosidad en el área de influencia directa es de 5,00 Octas.
- Los meses en donde se presentan los valores más altos de nubosidad son Marzo, Abril, Mayo y Junio en el primer semestre del año y Octubre, Noviembre y Diciembre coincidiendo con los períodos de lluvias.

Área de influencia directa.

En el área de influencia directa del proyecto, se presenta déficit de agua en el mes de Enero (14,13 mm) y Agosto (0,30 mm).

3.2.10.3 Calidad de aire

La empresa *Air Clean Systems S.A.* (ACS S.A.) realizó el monitoreo de calidad del aire en el período comprendido entre los días 26 de Agosto y 05 de Septiembre de 2010, en el predio del proyecto *CEMCOLSA S.A.*, ubicado en zona rural, en el corregimiento de Payandé, municipio de San Luis, Departamento del Tolima, con el fin de determinar la línea base del componente aire de dicho proyecto y evaluar la composición de los contaminantes con respecto a la normatividad actual vigente en materia de calidad del aire, respecto a la futura operación en la

zona evaluada. El periodo de evaluación mencionado anteriormente hace parte del periodo continuo efectivo del monitoreo, pues los equipos se instalaron días previos en los cuales no se pudo realizar el monitoreo debido a fallas por suministro de energía.

En el estudio de calidad del aire se determinaron los niveles de partículas suspendidas totales, partículas respirables, óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre y monóxido de carbono expresados como PST, PM-10, NO₂, SO₂ y CO respectivamente, de acuerdo a los parámetros establecidos en la Resolución 610 del 24 de Marzo de 2010 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, que modifica la Resolución 601 del 4 de Abril de 2006.

Los monitoreos fueron realizados, según las técnicas de muestreo y análisis normalizados de los Métodos EPA (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos), 40 CFR parte 50 Apéndices A, B, F y J, establecidos por el IDEAM en el Manual de Operación de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire, y utilizando Tres estaciones tipo HI-VOL para PST y tres Estaciones tipo HI-VOL para PM-10.

Se emplearon tres estaciones para evaluar partículas suspendidas totales (PST), tres estaciones para valorar las partículas respirables (PM-10), tres trenes de gases para evaluar las concentraciones en aire ambiente de óxidos de azufre (SO₂) y óxidos de nitrógeno (NO₂), y un equipo de infrarrojo no dispersivo para la medición directa de monóxido de carbono (CO).

Para la evaluación de la concentración de partículas suspendidas totales (PST), Partículas respirables (PM-10), dióxido de nitrógeno (NO₂) y dióxido de azufre (SO₂) en calidad del aire se realizaron las siguientes consideraciones:

- Se determinó PST empleando el método EPA 40 CFR 50 apéndice B.
- Se determinó SO₂ empleando el método EPA 40 CFR 50 apéndice A.
- Se determinó NO₂ mediante el método US EPA EQN-1277-026.
- Se determinó PM-10 mediante el método EPA 40 CFR 50 apéndice J.
- Se determinó CO mediante el método EPA 40 CFR 50 apéndice C NDIR.

En el siguiente resumen (Tabla 3-28) se especifican detalles relativos al muestreo:

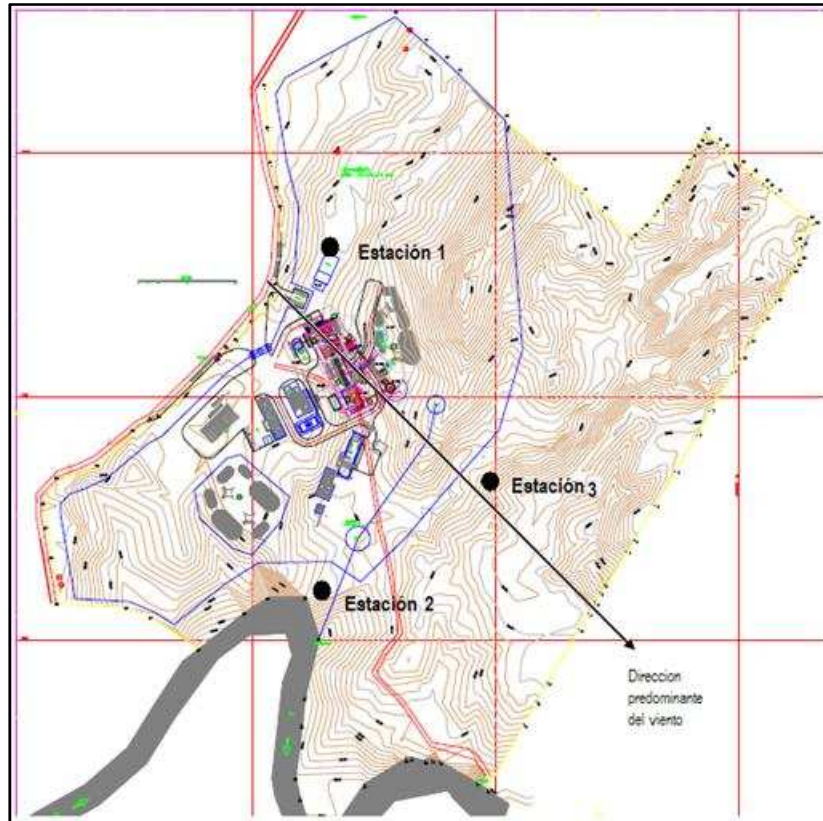
Tabla 3-28. Resumen de los detalles relativos al muestreo de calidad de aire

FECHA DE MUESTREO	26 Agosto al 05 de Septiembre de 2010
SITIO DE MUESTREO	Predios CEMCOLSA S.A., Payandé
DURACION DEL MUESTREO	10 días
NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS	122 (Ciento Veintidós)
PARÁMETROS ESTUDIADOS	PST, PM-10, SO ₂ , NO ₂ y CO
LABORATORIO ENCARGADO DEL ANÁLISIS QUÍMICO	Laboratorio Quimicontrol Ltda.

Fuente: ACS. Informe de evaluación de calidad del aire CEMCOLSA Noviembre de 2010

La localización de las estaciones se realizó teniendo en cuenta los datos arrojados por la estación meteorológica, ubicada diez días previo al inicio de las mediciones. La ubicación de las estaciones en el predio se presenta en la Figura 3-29:

Figura 3-29. Ubicación de las estaciones de medición de calidad del aire



Fuente: ACS. Informe de evaluación de calidad del aire CEMCOLSA Noviembre de 2010

Los puntos de monitoreo de la calidad del aire se localizaron de la siguiente forma (Tabla 3-29):

Tabla 3-29. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo

Punto	Localización geográfica		Estaciones
	Norte	Oeste	
Estación 1	04° 14' 15,10''	75° 05' 23,90''	PM10 # 7414
			PST # 7422
Estación 2	04° 14' 2,60''	75° 05' 24,25''	PM10 # 7415
			PST # 7423
Estación 3	04° 14' 5,40''	75° 05' 17,50''	PM10 # 7416
			PST # 7424

Fuente: Ibid

Metodología

Las metodologías de monitoreo y evaluación de calidad del aire en el área de influencia de la zona objeto de estudio son las estipuladas por la US EPA CFR parte 40. Dichas metodologías se explican brevemente en secciones posteriores.

Los resultados obtenidos se corrigieron en función de la temperatura y presión de referencia (25°C y 760 mm Hg) tal como lo estipula la Resolución 610 del 24 de Marzo del MAVDT.

Determinación de partículas suspendidas totales.

La concentración de PST fue medida a través del método de la Norma Técnica Colombiana NTC 3704³, correspondiente a US EPA 40 CFR Parte 50 Apéndice B. En este método el muestreador Hi-Vol succiona aire ambiente hacia una caja de muestreo a través del filtro, durante 24 horas. El filtro se pesa en las mismas condiciones ambientales antes y después de usarlo, para determinar el peso neto ganado. El volumen de aire se determina con base en el flujo estándar promedio y el tiempo de muestreo.

La concentración de PST en el aire ambiente se calcula como la masa de partículas recolectadas divididas por el volumen de aire muestreado, ajustado a las condiciones estándar, y expresado en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

La siguiente es la nomenclatura y símbolos usados en los cálculos de PST:

m y b	Pendiente e intercepto de la curva de calibración del equipo Hi-Vol
I	Indicación de flujo en el muestreador, pie^3/min .
Q(std)	Flujo promedio de muestreo a condiciones de referencia, m^3/min .
V(std)	Muestra total de aire en unidades de volumen normal, m^3 std.
t	Tiempo neto de muestreo, min.
Wf	Peso final del filtro expuesto, g.
Wi	Peso inicial del filtro limpio, g.
PST	Concentración másica de partículas suspendidas en el aire, $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Por medio de la calibración se encuentran los parámetros m y b para cada equipo, los cuales sirven para calcular el flujo promedio estándar de muestreo mediante la siguiente ecuación:

³ Norma Técnica Colombiana NTC 3704. “**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS EN EL AIRE AMBIENTE**”. Gestión Ambiental. Aire Ambiente. 1995. Bogotá D.C.

$$Q_{std} = [I - b] \times \frac{1}{m} \quad (1)$$

El volumen total de aire muestreado es:

$$V_{std} = Q_{std} \times t \quad (2)$$

Se determina la concentración de PST por medio de:

$$PST = \frac{(W_f - W_i) \times 10^6}{V_{std}} \quad (3)$$

Determinación de partículas respirables.

La concentración de PM10 fue medida a través del método de la Norma Técnica Colombiana NTC 3704⁴, correspondiente a US EPA 40 CFR Parte 50 Apéndice J. En este método el muestreador Hi-Vol con cabezote para PM-10 succiona aire ambiente hacia una caja de muestreo a través del filtro, durante 24 horas. El filtro se pesa en las mismas condiciones ambientales antes y después de usarlo, para determinar el peso neto ganado. El volumen de aire se determina con base en el flujo estándar promedio y el tiempo de muestreo.

La concentración de PM-10 en el aire ambiente se calcula como la masa de partículas recolectadas divididas por el volumen de aire muestreado, ajustado a las condiciones estándar, y expresado en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

La siguiente es la nomenclatura y símbolos usados en los cálculos de PM-10:

m y b	Pendiente e intercepto de la curva de calibración del equipo Hi-Vol con cabezote para PM-10
I	Indicación de flujo en el muestreador, pie^3/min .
Q(std)	Flujo promedio de muestreo a condiciones de referencia, m^3/min .
V(std)	Muestra total de aire en unidades de volumen normal, m^3 std.
t	Tiempo neto de muestreo, min.
Wf	Peso final del filtro expuesto, g.
Wi	Peso inicial del filtro limpio, g.
PM-10	Concentración másica de partículas suspendidas en el aire, $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

⁴ Ídem.

Por medio de la calibración se encuentran los parámetros m y b para cada equipo, los cuales sirven para calcular el flujo promedio estándar de muestreo mediante la ecuación (4):

$$Q_{std} = [I - b] \times \frac{1}{m} \quad (4)$$

El Volumen total de aire muestreado es:

$$V_{std} = Q_{std} \times t \quad (5)$$

Se determina la concentración de PM10 por medio de:

$$PM10 = \frac{(W_f - W_i) \times 10^6}{V_{std}} \quad (6)$$

Determinación de óxidos de nitrógeno y azufre.

La muestra de aire para análisis de NO_2 y SO_2 se toma simultáneamente con la de partículas mediante el tren de muestreo tipo Andersen, usando la bomba de vacío para hacer pasar el aire por 24 horas a través de burbujeadores con soluciones absorbentes. En la Foto 3-13 se aprecia el tren de muestreo de gases y la bomba de vacío, los burbujeadores y las soluciones.

El Dióxido de Nitrógeno (NO_2) es absorbido de la muestra de aire por una solución de trietanolamina y n-butanol, contenida en uno de los burbujeadores. El NO_2 colectado se derivatiza en el laboratorio a un azo-compuesto con sulfanilamida y NEDA, y se cuantifica por medición espectrofotométrica a 540 nm.

Para tomar la muestra de NO_2 se prepara el tren de muestreo con 50 mL de solución absorbente, el orificio crítico y la bomba con capacidad de vacío de 500 mmHg. Se enciende la bomba, se revisa el flujo entrante (entre 180 y 220 cc/min). Se toma la muestra durante 24 horas. Al final del muestreo se registra de nuevo el flujo, se colecta la solución en envase de vidrio color ámbar y se mantiene refrigerado hasta su análisis en laboratorio.

El análisis en laboratorio consiste en: Transferir 10 ml de solución absorbente a una probeta graduada de 25 ml. Analizar simultáneamente un blanco. A cada probeta adicionar 1,0 ml de solución de peróxido de hidrógeno y mezclar bien. Luego, adicionar 10 ml de solución de sulfanilamida y 1,0 ml de solución de NEDA, mezclar bien y dejar desarrollar el color por 10 minutos. Medir la absorbancia de la muestra (menos la del blanco) a 540 nm. El NO_2 se determina luego, a partir de la curva de calibración del espectrofotómetro.

Foto 3-13. Tren de gases, bomba de vacío y burbujeadores para determinación de NO₂ y SO₂. a) Vista Frontal, b) vista superior.



Con la absorbancia obtenida en cada muestra, se obtiene directamente el peso en µg de NO₂ a partir de la curva de calibración y se calcula:

$$C = \frac{(\mu g NO_2) \times 10^3}{r \cdot t \cdot k} \quad (7)$$

$$p = \frac{(\mu g NO_2) \times 0.532}{r \cdot t \cdot k} = \frac{C \times 0.532}{10^3} ppm \quad (8)$$

Donde:

C = Concentración, µg NO₂/m³

p = Concentración, ppm NO₂ (µl/l)

r = Flujo de muestreo, l/min

t = Tiempo de muestreo, min

k = Factor de dilución (por ejemplo = 0,2 si se analiza 1/5 de la muestra)

0,532 = µl NO₂/ µg NO₂ a 25 °C y 760 mmHg

Por su parte, el Dióxido de Azufre se mide por el método de referencia de la Resolución 19622 de 1985 que corresponde al US EPA 40 CFR Parte 50 Apéndice A.

La muestra de aire se pasa por una solución absorbente de tetracloromercurato de potasio en el mismo tren de muestreo Andersen. Una vez terminado el periodo de muestreo, las muestras se refrigeran y envían al laboratorio donde se desarrolla el color de la solución absorbente con pararosanilina y se lee la absorbancia en un espectrofotómetro.

La concentración de dióxido de azufre en el aire se calcula como:

$$\frac{\mu g SO_2}{m^3} = \frac{(A - A_0) Bx \times 10^3}{V} \cdot \frac{Vb}{Va} \quad (9)$$

Donde:

A – A₀ = Absorbancia corregida por el blanco en el espectrofotómetro

Bx = Recíproco de la pendiente de la curva de calibración del espectrofotómetro

V = Volumen de aire muestreado, ml

Vb = Volumen de la solución absorbente, ml

Va = Volumen de la alícuota analizada en el espectrofotómetro, ml

Determinación de Monóxido de Carbono.

El analizador por infrarrojo no dispersivo para medición de CO viene calibrado por el fabricante. Este equipo arroja mediciones directas.

El analizador de CO cumple con las especificaciones establecidas por el método US-EPA 40 CRF Parte 53.

Equipos Utilizados

A continuación se presenta un resumen de los equipos utilizados para la determinación de de partículas suspendidas totales (PST), partículas respirables (PM-10), óxidos de nitrógeno (NO₂), óxidos de azufre (SO₂) y monóxido de carbono (CO)

- Estaciones Hi-Vol PST marca TISCH (Seriales: 7422, 7423 y 7424).
- Estaciones Hi-Vol PM-10 marca TISCH (Seriales: 7414, 7414 y 7416).
- Calibrador de flujo variable para PST y PM-10.
- Equipo de absorción en infrarrojo para análisis de CO.
- Tren de absorción de gases para SO₂ y NO₂ (Rack de gases).
- Termómetro e Higrómetro Digital para determinación de humedad y temperatura del biogás.
- Estación Meteorológica Davis Vantage PRO2.

En el

Anexo 1, se presentan los certificados de acreditación ante el IDEAM de ACS y Quimicontrol, los certificados de calibración y los reportes de laboratorio.

3.2.10.4 Ruido

Los puntos de monitoreo de ruido ambiental se localizaron en el perímetro demarcado en el levantamiento topográfico, formando una triangulación del sitio del proyecto con el fin de caracterizar los niveles de presión sonora en el área de interés seleccionada. En la Tabla 3-30 se presentan los puntos de monitoreo, su identificación, coordenadas de localización y fotografías de referencia de la instalación de los equipos.

Tabla 3-30. Ubicación de las estaciones de monitoreo de ruido ambiental

UBICACIÓN	COORDENADAS		REGISTRO FOTOGRAFICO
	NORTE	ESTE	
PERIMETRAL 1 SUR OCCIDENTAL	4° 14' 03,732"	75° 05' 24,768"	
PERIMETRAL 2 NOR OCCIDENTAL	4° 14' 04,38"	75° 05' 19,074"	

UBICACIÓN	COORDENADAS		REGISTRO FOTOGRAFICO
	NORTE	ESTE	
			
PERIMETRAL 3 NORTE	4° 14'17,562"	75° 05'22,896"	

Fuente: ACS. Informe del estudio de ruido ambiental CEMCOLSA. Noviembre 2010.

Metodología

Los procedimientos de muestreo tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones técnicas:

- ✓ Tiempos de muestreo de 24 horas en tres puntos, en un día laboral y no laboral; evaluando periodos diurno – nocturno.
- ✓ Localización de las estaciones de trabajo a 4m desde el nivel del suelo (Foto 3-14).
- ✓ Georeferenciación de los puntos de monitoreo mediante un GPS para futuros estudios de ruido que busquen comparar los niveles línea base.
- ✓ Pre-calibración *In situ*, diaria antes del inicio de las pruebas.

- ✓ Uso de protectores anti viento, en los micrófonos de los sonómetros evitando vientos superiores a los 3m/s.
- ✓ Mediciones termo higrométricas, donde se evaluaron condiciones de Temperatura y humedad relativa en el área (Tabla 3-31).

Tabla 3-31. Condiciones hidrogeométricas

CONDICIONES	DIA LABORAL	DIA NO LABORAL
TEMPERATURA (C)	29,8	30,0
HUMEDAD RELATIVA (%)	76	74
PRECIPITACIÓN	No hubo presencia de Lluvias en los días de Monitoreo	
DIRECCIÓN DEL VIENTO	La dirección predominante del Viento es en sentido Sureste (SE)	
VELOCIDAD DEL VIENTO	1,6 m/s – 3,7 m/s	

Foto 3-14. Equipo instalado en el perímetro del área de medición



Fuente: ACS. Informe del estudio de ruido ambiental CEMCOLSA. Noviembre 2010.

Los datos consolidados y análisis de resultados, con los principales descriptores de ruido por puntos, periodos y días de muestreo se presentan en la Tabla 3-32:

Tabla 3-32. Registro de niveles consolidados puntos perimetrales muestreados

PUNTO	DESCRIPTORES	MONITOREO DE RUIDO - REFERENCIA AMBIENTAL

	DE RUIDO	DIA LABORAL (26/09/2010)			DIA NO LABORAL (27/09/2010)		
		Total	Diurno	Nocturno	Total	Diurno	Nocturno
PERIMETRAL 1 Sur - Occidente	Leq	53,2	52,5	54,0	55,0	52,7	57,0
	Max	66,5	66,0	66,5	84,0	79,9	84,0
	LN10	56,4	55,7	57,3	58,7	56,0	60,9
	LN90	49,9	49,3	50,7	51,4	49,5	53,1
	Peak	83,3	83,3	80,2	97,4	90,8	97,4
PERIMETRAL 2 Nor - Occidente	Leq	43,5	46,9	33,9	43,5	45,4	36,3
	Max	59,4	59,4	48,1	61,8	61,8	53,3
	LN10	46,6	50,1	36,0	46,6	48,6	38,5
	LN90	40,4	43,8	31,8	40,4	42,3	34,0
	Peak	77,8	77,8	76,3	94,4	94,4	86,5
PERIMETRAL 3 Norte	Leq	47,2	48,1	45,6	48,5	49,6	46,2
	Max	67,0	66,3	67,0	72,4	71,0	72,4
	LN10	50,3	51,3	48,6	51,6	52,8	49,0
	LN90	44,1	45,0	42,6	45,4	46,4	43,4
	Peak	85,2	85,2	83,8	90,6	90,6	85,9

Fuente: Ibíd.

En la Tabla 3-32 se presentan los descriptores Leq (nivel equivalente durante la medición), LMax (nivel máximo con una respuesta dada) y LPeak (máximo nivel instantáneo), de las evaluaciones realizadas en los puntos perimetrales del predio. En ésta se discriminan los periodos y nivel global de evaluación: I.) Ruido Total II.) Ruido Diurno III.) Ruido Nocturno y los dos días de evaluación definidos como: I.) Día Laboral II.) Día No Laboral.

Estos resultados o niveles encontrados están asociados con la actividad productiva que se desarrolla en el área; asociada con ganadería y silvicultura, lo cual no representa un aporte significativo a los niveles de ruido durante el día laboral. Así mismo, los niveles Leq_{AT} entre los dos días de evaluación representa mínimas diferencias de nivel, cercanas a los 2 a 5 dB(A), con mayores valores de referencia en el periodo nocturno del día no laboral para los tres puntos de monitoreo.

Equipos utilizados y Programación

Los equipos utilizados para la medición de ruido son marca Quest Technologies - modelo 2900, Tipo II de alta tecnología y una alta especificación técnica (Foto 3-15)

Foto 3-15.

Sonómetros *Quest Technologies Modelo 2900*



Fuente: Ibíd.

La programación de los equipos se realizó teniendo en cuenta tasas de registro de 60 segundos con mediciones de 24 horas; con el propósito de obtener un conocimiento del comportamiento integral del ambiente sonoro y una mayor significancia estadística en los resultados obtenidos, es decir niveles de error en la muestra por debajo de 1,5 dB(A), tal como lo establece la norma ISO para este tipo de monitoreos.

Los certificados de calibración y los datos de campo se presentan en el

Anexo 2.

3.2.11 Paisaje

Área de Influencia Indirecta

Unidades ecológicas de paisaje

A partir de las unidades fisiográficas, el levantamiento del suelo, del uso y la cobertura actual del suelo y los sistemas de producción; se determinaron las unidades homogéneas o unidades ecológicas de paisaje (UEP).

Un área homogénea o unidad ecológica de paisaje, se define como una unidad de paisaje que tiene el mismo clima, relieve, suelos, uso y cobertura de la tierra. la unidad de paisaje se constituye como la unidad fundamental de análisis y es definida según Etter³, como una porción de la superficie terrestre con patrones de homogeneidad, conformada por un conjunto complejo de sistemas producto de la actividad de las rocas, el agua, el aire, las plantas, los animales y el hombre que por su fisonomía es reconocible y diferenciable de otras vecinas. Para el caso del municipio se procedió a determinar las unidades ecológicas de paisaje mediante el diligenciamiento de una matriz, a partir de esta se pudieron definir veinte (20) unidades ecológicas de paisaje.

Descripción de las unidades ecológicas de paisaje

En la descripción de las unidades ecológicas de paisaje definidas para el municipio, se relaciona el clima, fisiografía, suelos, el uso y la cobertura actual y aspectos socioeconómicos principalmente en lo referente a la forma como el hombre interactúa con el paisaje.

Unidad ecológica de paisaje a1VHa: Esta unidad ecológica presenta un área de 107,5 ha que corresponden al 0,26 % del área total del municipio; encontrándose en el piso bioclimático cálido con regímenes de humedad que van del semiárido al semihúmedo en la vereda Gallego. La fisiografía se caracteriza por ser un sinclinal en areniscas cuarzosas, limolitas silíceas, shales, calizas y cherts, con pendientes entre 12 – 70 % y mayores del 70 %; los suelos son superficiales a muy superficiales, de baja fertilidad, presentando en algunos sectores procesos erosivos de grado moderado.

La cobertura vegetal se encuentra representada por áreas de potreros rastrojados (pr) y rastrojo (ra) debido a que están dedicadas a la ganadería sin darse un manejo adecuado para el control de malezas. El uso actual del suelo es ganadería extensiva de doble propósito realizada por pequeños productores de economía campesina.

Unidad ecológica de paisaje A2Vh/Css: Presenta un área de 3.729,8 ha que corresponden al 9,02 % de la extensión total del municipio; se encuentra en la provincia climática cálido semiárido (csa), en las veredas Contreras, El Puño, Tomín, Gallego, La Meseta y La Cañada. Fisiográficamente corresponde a espinazos conformados en areniscas cuarzosas, limolitas silíceas, shales, calizas y cherts de la formación gualanday; con pendientes entre 12 – 70 % y mayores de 70%; los suelos son superficiales a muy superficiales, de baja fertilidad con procesos erosivos de grado ligero a moderado.

La cobertura vegetal se caracteriza por ser áreas de potreros rastrojados (Pr) y sectores con rastrojo (Ra), debido a la falta de un manejo agronómico que permitan el control de malezas o porque se encuentran en abandono; pastos manejados (Pm) de variedades introducidas, cultivos semestrales (Cs) principalmente maíz tradicional y relictos de bosque secundario (Bs) que protegen los cauces naturales. el uso actual del suelo se centra en la ganadería extensiva de doble propósito realizada por pequeños productores de economía campesina.

Unidad ecológica de paisaje A3VHa: Esta unidad ecológica presenta una extensión de 470,8 ha que corresponden al 1,14 % del área total del municipio; se encuentra en la provincia climática cálido semiárido (CSa) en las veredas Contreras y Paraguay, la fisiografía es cresta monoclinal en arcillolitas de color rojo con intercalaciones de areniscas y conglomerados polimícticos, con pendientes entre 12 % - 70 %; los suelos son superficiales, de fertilidad baja a moderada y presentan erosión de grado moderado.

La cobertura vegetal está caracterizada por ser áreas de rastrojo (Ra) y pastos manejados (Pm) en donde se practica un manejo adecuado de malezas. el uso actual del suelo se centra principalmente en la ganadería extensiva de doble propósito realizada por pequeños productores de economía campesina.

Unidad ecológica de paisaje A4Vh/Csp: Esta unidad ecológica presenta un área de 694,7 ha que corresponden al 1,68 % de la extensión total del municipio; encontrándose en el piso bioclimático cálido con regímenes de humedad que van del semiárido al semihúmedo, en las veredas Contreras, Gallego, La Cañada, Primavera, Santa Lucía y Pedregal. La fisiografía se caracteriza por ser un valle subsecuente en arcillolitas rojo-violáceas con planicies planas a moderadamente inclinadas y pendientes entre 0-12 %; los suelos son superficiales a moderadamente profundos, de fertilidad baja a moderada, presentando erosión de grado ligero.

La cobertura vegetal es pastos manejados (Pm) en donde se realiza un manejo agronómico que permite el control de malezas, cultivos semestrales (Cs) como maíz, sorgo y algodón; potreros rastrojados (Pr), rastrojo (Ra), cultivos permanentes (Cp) como frutales y relictos de bosque secundario (Bs) que protegen cauces naturales. El uso actual del suelo se centra en la ganadería semiextensiva de doble propósito y en la agricultura realizada por pequeños productores de economía campesina.

Unidad ecológica de paisaje A5VHa/Cs: Esta unidad ecológica cubre un área de 2.423,4 ha que corresponden al 5,86 % del área total del municipio y se encuentra en su totalidad en la provincia climática cálido semiárido (Csa) en las veredas Buenos Aires, Campoalegre, Caimital, Guacimito, Pedregal, Luisa García, La Aurora, Santa Lucía y Guadalajara. La fisiografía se caracteriza por ser un complejo sedimentario en areniscas cuarzosas, limolitas silíceas, calizas, cherts y shales de laderas moderadamente inclinadas a muy escarpadas, con pendientes entre 5 – 70 % y mayores del 70 %; los suelos son superficiales a muy superficiales, de fertilidad baja a moderada con erosión de grado moderado a severo.

La cobertura vegetal de esta unidad ecológica está representada principalmente por áreas de pastos manejados (Pm) en donde se realizan prácticas de manejo agronómico que permiten el

control de malezas, potreros rastrojados (Pr), rastrojo (Ra), cultivos semestrales (Cs) como maíz tradicional y los relictos de bosque secundario (Bs). El uso actual del suelo se centra en la ganadería extensiva de doble propósito y actividad agrícola, realizada por pequeños productores de economía campesina.

Unidad ecológica de paisaje A6CSs/Vh: Esta unidad ecológica presenta un área de 78,6 ha que corresponden al 0,19 % del área total del municipio; se presenta en su totalidad en la provincia climática cálido semiárido (CSa), en las veredas El Puño y Tomín; la fisiografía se caracteriza por ser colinas y lomas en chert, shalles, calizas y limolitas, con laderas ligeramente planas a moderadamente inclinadas y pendientes entre el 0 – 12 %; los suelos son superficiales a moderadamente profundos, de fertilidad baja y con erosión ligera.

La cobertura vegetal está representada principalmente por cultivos semestrales (Cs) como maíz, sorgo, ajonjolí; potreros rastrojados (Pr) y pastos manejados (Pm). El uso actual del suelo esta centrado en la agricultura de cultivos secanos y ganadería semiextensiva de doble propósito, realizada por pequeños productores de economía campesina.

Unidad ecológica de paisaje A7VHa/Cs: Esta unidad ecológica presenta un área de 2.233,1 ha que corresponden al 5,40 % de la extensión total del municipio; encontrándose en el piso bioclimático cálido con regímenes de humedad que van del semiárido al semihúmedo, en las veredas Campoalegre, Caimital, Patio Bonito, San Antonio, La Cañada, Primavera y Pedregal. La fisiografía se caracteriza por ser colinas y lomas en arcillolita de color rojo con laderas inclinadas a moderadamente escarpadas y fuertemente inclinadas a muy escarpadas y pendientes entre 5 – 70 y mayores del 70 %; los suelos son superficiales a moderadamente profundos de fertilidad baja a moderada, presentando erosión ligera a moderada.

La cobertura vegetal está representada principalmente por áreas de pastos manejados (Pm), en donde se practica un manejo agronómico que permiten el control de malezas, potreros rastrojados (Pr) sin ningún control agronómico, rastrojo (Ra) y cultivos semestrales (Cs), como maíz y ajonjolí; el uso actual del suelo se centra principalmente en la ganadería extensiva de doble propósito y agricultura, realizada por pequeños productores de economía campesina.

Unidad ecológica de paisaje A8Vh/Va: Esta unidad ecológica está representada por un área de 2.985,5 ha que corresponden al 7,22 % de la extensión total del municipio; encontrándose en el piso bioclimático cálido con regímenes de humedad que van del semiárido al semihúmedo, en las veredas Santa Isabel, La Laguna, La Flor, Jagua Flor, Jagua Bartolito, Paraguay, Tomín, Piedras Blancas, Caimital, San Antonio, Gallego, Tomogó, La Meseta, La Cañada, San Anastasio, Primavera y Pedregal. La fisiografía se caracteriza por ser montañas y colinas en areniscas, conglomerados polimícticos y arcillolitas de color rojo, con laderas fuertemente inclinadas a escarpadas; con pendientes entre 12 – 70 %, suelos superficiales a muy superficiales, de fertilidad media a muy baja.

La cobertura vegetal está representada principalmente por áreas de pasto natural (Pn) de variedades nativas, potreros rastrojados (Pr) en donde no existe un manejo agronómico que

permita el control de malezas, rastrojo (Ra), pastos manejados (Pm) y relictos de bosque secundario (Bs) protegiendo cauces naturales. El uso actual del suelo se centra en la explotación de la ganadería extensiva de doble propósito realizada por pequeños productores de economía campesina.

Unidad ecológica de paisaje B1VHa/Cs: Esta unidad ecológica está representada por un área de 897,3 ha que corresponden al 2,17% de la extensión total del municipio; encontrándose en el piso bioclimático cálido con regímenes de humedad que van del semiárido al semihúmedo, en las veredas Payandé, El Salitre, El Hobo, Guadalajara, Luisa García, Cordialidad, Dindal y Malnombre. La fisiografía es altillanura degradada en areniscas grawaquicas, arcillolitas y niveles conglomeráticos de color gris verdoso predominante de la formación honda en una superficie colinada ligeramente plana a muy fuertemente inclinada, con pendientes de 0 – 30 %; los suelos son muy superficiales, de baja fertilidad y con erosión moderada a severa.

La cobertura vegetal de esta unidad ecológica está representada por áreas de potreros rastrojados (Pr) y pastos manejados (Pm) asociados con rastrojos (Ra) y cultivos semestrales (Cs) como maíz y sorgo. El uso actual del suelo es ganadería extensiva de doble propósito y agricultura de subsistencia realizada por pequeños productores de economía campesina.

Unidad ecológica de paisaje C1VHa: Esta unidad ecológica está representada por un área de 306,1 ha que corresponden al 0,74 % de la extensión total del municipio, encontrándose en el piso bioclimático cálido con regímenes de humedad que van del semiárido al semihúmedo, en las veredas Payandé, El Hobo y Santa Isabel. La fisiografía corresponde al abanico de Ibagué formado por conglomerados con cantos de rocas ígneas extrusivas e intrusivas y metamórficas en una matriz arenácea, con pendientes fuertemente inclinadas a escarpadas, entre 12 – 70 %; los suelos son moderadamente profundos, de fertilidad moderada y con erosión ligera.

La cobertura vegetal de esta unidad ecológica está representada principalmente por áreas de potreros rastrojados (Pr) debido a la falta de manejo agronómico que permitan el control de malezas o porque se encuentran en abandono, rastrojos (Ra) y relictos de bosque secundario (Bs) protegiendo cauces naturales. El uso actual es ganadería extensiva de doble propósito realizada por pequeños productores de economía campesina.

Unidad ecológica de paisaje C2Vh/Cs: Esta unidad ecológica ocupa un área de 11.775,2 ha que corresponden al 28,47 % de la extensión total del municipio; se encuentra en el piso bioclimático cálido con regímenes de humedad que van del semiárido al semihúmedo en las veredas Payandé, El Hobo, Santa Isabel, Caracolí, La Flor, Jagua Flor, Jagua Bartolito, Paraguay, Contreras, El Puño, Tomín, Chicualí, Buenos Aires, San Cayetano, Piedras Blancas, Campoalegre, Caimital, San Antonio, Gallego, Guadalajara, Guacimito, La Aurora, Luisa García, Limonar, Cordialidad, Dindal y Malnombre. La fisiografía se caracteriza por ser un abanico formado por flujos hiperconcentrados del volcán “cerro machín” intercalados con capas de depósitos de origen fluvial y/o lacustre con cuerpos planos a ligeramente planos y pendientes entre 0 – 5 %; los suelos son superficiales a muy superficiales, de fertilidad moderada a baja y con erosión ligera.

La cobertura vegetal es principalmente pastos manejados (pm) en donde se efectúan control de malezas, cultivos semestrales (Cs) y cultivos permanentes (Cp) como maíz tecnificado, sorgo, algodón, ajonjolí, frutales y tabaco; potreros rastrojados (Pr), sectores con rastrojo (Ra) y relictos de bosque secundario (Bs) en márgenes de cauces naturales. El uso actual del suelo se centra en la explotación de la ganadería semintensiva de doble propósito y en la agricultura realizada por pequeños productores de economía campesina.

Unidad ecológica de paisaje D1Cs/VHa: Esta unidad ecológica representa un área de 6.046,2 ha que corresponden al 14,62 % de la extensión total del municipio; encontrándose en el piso bioclimático cálido con regímenes de humedad que van del semiárido al semihúmedo, en las veredas Payandé, El Salitre, El Hobo, Santa Isabel, La Laguna, Caracolí, La Flor, JaguaFflor, Jagua Bartolito, Paraguay, Contreras, El Puño, Tomín, Chicuali, Los Ciruelos, Bbuenos Aires, San Cayetano, Piedras Blancas, Campoalegre, Patio Bonito, Gallego, Caimital, San Antonio, Guacimito, Tomogó, Pedregal, La Meseta, San Anastasio, Primavera, Santa Lucia, La Aurora, Luisa García, Limonar, Cordialidad, Dindal y Malnombre. La fisiografía corresponde a un plano inundable en limos, arenas y gravas de vega y sobrevegas de los ríos Coello, Luisa, Cucuana y Saldaña; los suelos son profundos a moderadamente profundos y de fertilidad moderada.

La cobertura vegetal está representada principalmente por áreas de cultivos semestrales (Cs) como arroz, maíz tecnificado, sorgo, algodón y ajonjolí; cultivos permanentes (Cp) como frutales y en algunos sectores se presenta pastos manejados (pm), potreros rastrojados (pr) dedicados a la ganadería semintensiva, sectores con rastrojo (Ra) y bosque secundario (Bs) protegiendo cauces naturales. El uso actual del suelo está centrado en la agricultura altamente mecanizada y ganadería semintensiva de doble propósito realizada por grandes y pequeños productores de economía empresarial y campesina.

Unidad ecológica de paisaje D2Cs/VHa: Esta unidad presenta una extensión de 1.054,7 ha que corresponden al 2,55 % del área total del municipio; encontrándose en el piso bioclimático cálido con regímenes de humedad que van del semihúmedo al semiárido en las veredas Payandé, La Laguna, Paraguay, Los Ciruelos, San Cayetano, Luisa García, Guadalajara, Dindal y Malnombre. La fisiografía es terrazas en arenas y gravas con planos de terraza y talud. Los suelos son moderadamente profundos y de fertilidad moderada.

La cobertura vegetal es principalmente áreas dedicadas a la explotación de cultivos semestrales (Cs) como arroz, maíz tecnificado, sorgo y algunas veces ajonjolí; también presenta sectores con pastos manejados (Pm), potreros rastrojados (Pr) y relictos de bosque secundario (Bs). El uso actual del suelo es agricultura altamente mecanizada y ganadería semintensiva de doble propósito realizada por productores de economía empresarial y campesina.

Unidad ecológica de paisaje E1Cs/Vh: La extensión de esta unidad es de 405,3 ha que corresponden al 0,98 % del área total del municipio, encontrándose en la provincia climática de cálido semiárido (CSa), en las veredas Jagua – Bartolito, Contreras, Paraguay, El Puño,

Campo Alegre, Guacimito, Gallego y Guadalajara. La fisiografía corresponde a un piedemonte coluvial de conos en brechas con deslizamientos, planos a ligeramente planos. Los suelos son moderadamente profundos y de fertilidad moderada.

La cobertura vegetal es principalmente cultivos C) como maíz tecnificado, sorgo, algodón y ajonjolí; también se presenta sectores con pastos manejados (pm), potreros rastrojados (Pr) y cultivos permanentes (Cp) como frutales. El uso actual del suelo es en agricultura mecanizada y ganadería semintensiva de doble propósito realizado por productores de economía comercial y campesina.

Unidad ecológica de paisaje F1VHa: Esta unidad presenta un área de 124,0 ha que corresponden al 0,30 % de la extensión total del municipio; se encuentra en los pisos bioclimático cálido y templado con un régimen de humedad semihúmedo, en la vereda Payandé; la fisiografía se caracteriza por ser montañas erosionales en anfíbolitas y neises con laderas fuertemente inclinadas a muy escarpadas y pendientes entre 12 – 70 % y mayores del 70 %; los suelos son superficiales a muy superficiales, de fertilidad moderada a baja, presentando erosión ligera.

Como cobertura se presenta principalmente áreas de potreros rastrojados (Pr) en donde no se realiza manejo agronómico que permita el control de malezas, también se presenta sectores con rastrojos (Ra) y bosque secundario (Bs) protegiendo márgenes de cauces naturales. El uso actual del suelo es ganadería extensiva de doble propósito realizada por pequeños productores de economía campesina.

Unidad ecológica de paisaje F2Vh/Zm: Presenta un área de 2.350,9 ha que corresponden al 5,69 % de la extensión total del municipio; se encuentra en los pisos bioclimático cálido y templado con un régimen de humedad semihúmedo, en las veredas Payandé, El Salitre, El Porvenir y El Hobo. La fisiografía se caracteriza por ser montañas erosionales en calizas y mármoles, de laderas moderadamente inclinadas a muy escarpadas, con pendientes entre 5 – 70 % y mayores del 70 %; los suelos son superficiales a muy superficiales, de fertilidad baja a moderada y erosión ligera a severa.

La cobertura vegetal es principalmente potreros rastrojados (Pr) y rastrojo (Ra) debido a la falta de un control de malezas o son áreas que se encuentran en abandono; también se presentan cultivos de pan coger (Af) como plátano, yuca y café; relictos de bosque secundario (Bs). El uso actual del suelo es ganadería extensiva de doble propósito y agricultura de subsistencia, realizada por pequeños productores de economía campesina; así como también actividades de gran minería como la explotación de calizas realizada por la multinacional CEMEX COLOMBIA.

Unidad ecológica de paisaje F3VHa/Cs: Esta unidad presenta un área de 979,9 ha que corresponden al 2,37 % de la extensión total del municipio; se encuentra en los pisos bioclimático cálido y templado con un régimen de humedad semihúmedo en la vereda El Salitre. La fisiografía se caracteriza por ser montañas erosionales en limolitas, calizas, tobas y capas rojas de areniscas y conglomerados con laderas fuertemente inclinadas a muy

escarpadas, con pendientes entre 12 – 70 % y mayores del 70 %; los suelos son superficiales a moderadamente profundos, de fertilidad baja a moderada, con erosión ligera a moderada.

La cobertura vegetal que presenta es potreros rastrojados (Pr) y rastrojo (Ra); así como también, pequeñas áreas con pastos manejados (Pm) y cultivos asociados de pan coger que asemejan arreglos agroforestales (Af). El uso actual del suelo es ganadería extensiva de doble propósito y agricultura de subsistencia realizada por pequeños productores de economía campesina.

Unidad ecológica de paisaje F4VHa/Zm: Presenta un área de 2.350,9 ha que corresponden al 5,69 % de la extensión total del municipio; se encuentra en los pisos bioclimático cálido y templado con un régimen de humedad semihúmedo en las veredas Payandé, El Porvenir y El Salitre. La fisiografía corresponde a montañas erosionales en cuarzodiorita y granodiorita, con laderas fuertemente inclinadas a muy escarpadas y pendientes entre 12 – 70 % y mayores del 70 %; los suelos son superficiales a moderadamente profundos, de fertilidad moderada, presentan erosión ligera a moderada.

La cobertura vegetal que presenta esta unidad ecológica es potreros rastrojados (Pr), relictos de bosque secundario (Bs) y pequeños sectores con cultivos asociados de pancoger (Af). El uso actual del suelo es ganadería extensiva de doble propósito, agricultura de subsistencia y explotaciones de mármol; realizada por pequeños productores de economía campesina.

Unidad ecológica de paisaje G2VHa/Zm: Esta unidad presenta una extensión de 1.753,2 ha correspondientes al 4,24 % del área total del municipio; se encuentra en la provincia climática cálido semihúmedo (csh) en las veredas El Hobo, Tomogó y La Meseta. La fisiografía corresponde a un anticlinal en areniscas cuarzosas y feldespáticas, calizas y lutitas; en laderas estructurales fuertemente inclinadas a muy escarpadas, con pendientes entre 12 – 70 % y mayores del 70%; los suelos son muy superficiales a moderadamente profundos, de fertilidad baja a moderada.

La cobertura vegetal es pastos manejados (P), potreros rastrojados (Pr), rastrojo (Ra) y sectores con cultivos semestrales (Cs) como maíz tradicional y algunos cultivos permanentes (Cp) como frutales y café tradicional. El uso del suelo es ganadería extensiva de doble propósito y agricultura de subsistencia, realizada por pequeños productores de economía campesina; además se presenta actividad de pequeña minería con explotación de arcilla ferruginosa.

Unidad ecológica de paisaje G5VHa/Cs: Esta unidad presenta un área de 1.203,2 ha que corresponden al 2,91 % de la extensión total del municipio; se encuentra en la provincia climática de cálido semihúmedo (CSH) en las veredas El Salitre, El Hobo y Santa Isabel. La fisiografía corresponde a colinas en areniscas cuarzosas y feldespáticas, calizas y lutitas en laderas fuertemente inclinadas a escarpadas, con pendientes del 12 – 70 %; los suelos son superficiales a moderadamente profundos, de fertilidad baja a moderada.

La cobertura vegetal es potreros rastrojados (Pr), pastos manejados (Pm) y rastrojo (Ra), asociadas con áreas dedicadas a cultivos asociados de pancoger (Af). El uso actual del suelo es

ganadería extensiva de doble propósito y agricultura de subsistencia realizada por pequeños productores de economía campesina.

Área de Influencia Directa

La fisiografía se caracteriza por ser un abanico formado por flujos hiperconcentrados del volcán “cerro machín” intercalados con capas de depósitos de origen fluvial y/o lacustre, con cuerpos planos a ligeramente planos y pendientes entre 0 – 5 %; los suelos son superficiales a muy superficiales, de fertilidad moderada a baja y con erosión ligera.

La cobertura vegetal es principalmente pastos manejados (pm). El uso actual del suelo se centra en la explotación de la ganadería semintensiva de doble propósito.

Visibilidad y Calidad Paisajística. La calidad visual se califica de acuerdo con características visuales básicas, forma, línea, color, textura, de los componentes del paisaje, según la metodología BLM (Bureau of Land Management). La calidad visual es de clase C, es decir áreas con características y rasgos comunes en la región fisiográfica analizada. Es decir son paisajes de calidad baja, con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura.

El proyecto dentro del paisaje va a generar contraste, aunque no van a eliminarse atributos naturales exclusivos o apreciables por la comunidad del entorno, debido entre otros a la superficie afectada visualmente y por el uso actual del suelo en la zona.

Los sitios de interés paisajístico están en los alrededores y son precisamente las orillas del río Luisa como elementos articuladores de paseos familiares los fines de semana, por visitantes del casco urbano de San Luis, Valle de San Juan y también de Ibagué. Por lo tanto es un factor a tener en cuenta para el diseño paisajístico del lote donde se va a localizar la planta procesadora de cemento.

3.3 MEDIO BIÓTICO

3.3.1 Ecosistemas Terrestres

3.3.1.1 Flora

Área de Influencia Indirecta

Como referencia para futuros proyectos de recuperación se tiene en cuenta la información del EOT: una vez identificadas las áreas con bosque del municipio en las fotografías aéreas del I.G.A.C., se definieron siete (7) transectos para efectuar el inventario florístico; en cada transecto se delimitó una parcela de 30 m x 20 m como unidad de muestreo. En estas parcelas se evaluaron especies vegetales por estados de sucesión según la siguiente clasificación dada por CORTOLIMA - 1998:

- Estado Brinzal: especies vegetales menores a 0.9 m de altura
- Estado Latizal: especies vegetales de 0.91 hasta 10 cm de diámetro a la altura del pecho (D.A.P.)
- Estado Fustal: especies vegetales mayores de 10 cm de diámetro a la altura del pecho (D.A.P.) o grosor del fuste

Los transectos seleccionados se localizaron en las veredas El Salitre, La Flor, Paraguay, Contreras, Tomogó y Pedregal para evaluar las áreas de bosque secundario intervenido que aún existen en el municipio; las cuales se encontraron dentro de las provincias climáticas de Templado Semihúmedo (Tsh), Cálido Semihúmedo (Csh) y Cálido Semiárido (Csa); con temperaturas entre 21°C y 28°C, precipitación promedio anual de 1400 a 1900 mm. y una altura sobre el nivel del mar entre 350 - 1600 m.

Para la identificación, medición y cuantificación de las especies del estado Fustal, se demarcó una parcela de 30 m x 20 m en cada transecto definido, la misma que se tomó como unidad de muestreo 600 m², se delimitó con cinta de color amarillo en los vértices y los individuos encontrados dentro de esta área, se registraron en una planilla de campo. Dentro de cada unidad de muestreo de 600 m², se establecieron al azar diez (10) parcelas de 5.0 m x 5.0 m (25 m²) para evaluar el estado de Latizal; estas parcelas fueron delimitadas con cinta de color rojo en los vértices para identificar, cuantificar y medir los individuos por especies y registrarlos en la respectiva planilla de campo.

En la evaluación del estado Brinzal, se establecieron también al azar diez (10) parcelas de 2.0 m x 2.0 m (4.0 m²) dentro de cada unidad de muestreo de 600m²; estas parcelas se delimitaron con cinta de color naranja en cada uno de los vértices para realizar la correspondiente identificación, cuantificación y medición de los individuos encontrados por especies, registrándose en la correspondiente planilla de campo.

Registro de datos

Para la recopilación de la información de campo se diseñaron y diligenciaron planillas para cada uno de los estados.

Con la planilla de campo para el estado fustal, se registró información correspondiente a nombre común o regional de las especies, altura total (m), altura comercial (m) y circunferencia a la altura del pecho (cm). A su vez se efectuó observaciones como estado

fitosanitario, fructificación, invasión de lianas y estado del fuste entre otras. Para los estados brinzal y latizal, la información recolectada en campo en las correspondientes planillas hace referencia a nombre común o regional de la especie, altura (m) y algunas observaciones de mayor importancia.

Procesamiento de datos

Una vez recopilada la información de campo en planillas, se organizó y procesó estadísticamente y se obtuvieron las tablas de doble entrada con la siguiente información:

- Para el estado fustal se calcularon aspectos como la composición florística, abundancia, frecuencia, dominancia, índice de valor de importancia, cociente de mezcla y posición sociológica.
- Para los estados brinzal y latizal, se determinó la composición florística, abundancia, frecuencia, cociente de mezcla y categoría de tamaño (Regeneración).

Composición Florística

El área de estudio corresponde a las cuencas que forman el río Luisa y el río Cucuana en donde se encontraron pequeñas áreas con bosque secundario intervenido distribuida de manera muy dispersa por todo el municipio

Las áreas con bosque que posee el municipio de San Luis, se encuentran en un estado de recuperación natural debido a la tala indiscriminada que han sido objetos. Especies como bayo, chitató, dormilón y matarratón sólo se encontraron en el estado de fustal, lo que puede ser un indicador de la baja regeneración natural de estas especies.

Cociente de Mezcla

El cociente de mezcla permite determinar la intensidad de mezcla o biodiversidad que presenta un área boscosa en un determinado momento, indica el promedio de individuos que se encontraron de cada especie dentro del área objeto de estudio. En la Tabla 3-33 se presenta este cociente para los diferentes estados de sucesión.

El coeficiente de mezcla se obtiene de dividir el número de especies sobre el número total de individuos que se encontraron dentro en el área muestra. (600 m² para cada transecto). Entre menos valor posea el denominador, mayor es el grado de diversidad florística del área objeto de estudio; por consiguiente para el estado fustal existen por lo menos cuatro (4) individuos por cada especie registrada, en el estado latizal existen veinte (20) individuos por cada especie encontrada y para el estado brinzal existen veintiuno (21) por cada individuo registrado.

Tabla 3-33. Cocientes de mezcla para los diferentes estados de sucesión

ESTADO	COCIENTE DE MEZCLA	
Fustal	25/101	1/4
Latiza	1 52/1031	1/20
Brinzal	41/847	1/21

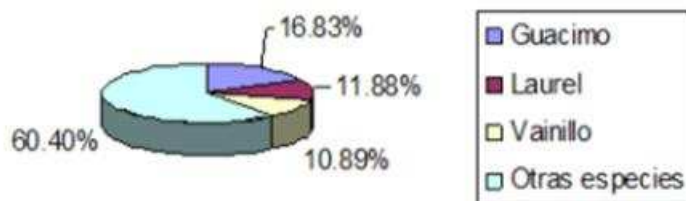
Fuente: EOT-Municipio de San Luis.

Abundancia

Se refiere al número de individuos encontrados de una especie por unidad de superficie expresado en términos relativos, lo cual indica que la diversidad de los bosques puede ser alta, media o baja. Para el caso de las áreas con bosque del municipio, las especies que presentaron los mayores valores de abundancia son:

En el estado fustal las especies guacimo (16,83%), laurel (11,88%) y vainillo con 10,89%, registrándose el primero (capote) concentrado en la vereda Pedregal, el segundo (laurel) en la vereda Tomogó y el tercero (vainillo) en la vereda La Flor, representando estas especies el 39,60% del total de especies registradas. Los valores más bajos se presentaron en las especies chaparrillo, chitató, cojón de cabrito y cucharo con 0,99%, entre otros (Figura 3-30).

Figura 3-30. Abundancia para las especies florísticas en estado fustal

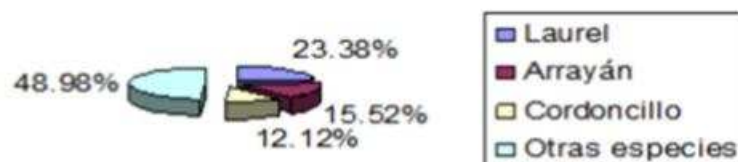


Fuente: EOT-Municipio de San Luis.

En el estado latizal las especies que representaron mayor abundancia fueron Laurel (23,38%), arrayán (15,52%), y cordoncillo con (12,12%). Para el primero la mayor concentración de individuos se encontró en las veredas Paraguay y Tomogó y para el segundo su distribución fue uniforme tanto en la vereda Primavera como en la vereda El Salitre. Estas especies representan el 51,02% del total de especies registradas en este estado (Figura 3-31)

Los valores más bajos de abundancia en este estado se presentaron para las especies cambulo (0,10%), huesito (0,19%), anón de monte (0,29%) y nogal montaño (0,39%) entre otros.

Figura 3-31. Abundancia de las especies florísticas en estado Latizal

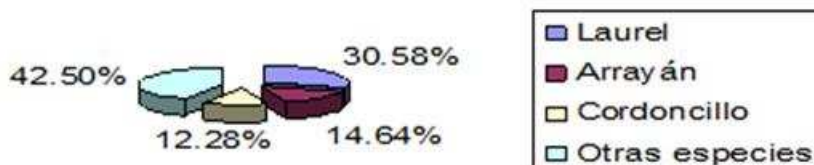


Fuente: EOT-Municipio de San Luis.

En el estado brinzal los valores más altos de abundancia se registraron para las especies laurel (30,58%), arrayán (14,64%), cordoncillo (12,28%) y guacharaco (8,86%), para el primero la mayor concentración de especies se encuentra en las veredas Paraguay y Tomogó y para el segundo en las veredas Paraguay y El Salitre. Estas especies representan el 66,36% del total de especies registradas en este estado (Figura 3-32).

Los valores más bajos de abundancia en este estado se presentaron para las especies buche gallina (0,12%), caimitillo (0,23%), hobo (0,11%) y caracolí (0,94%) entre otros.

Figura 3-32. Abundancia para las especies florísticas en estado Brinzal



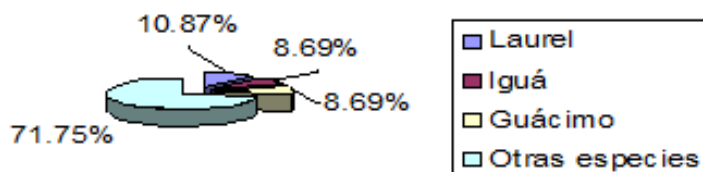
Fuente: EOT-Municipio de San Luis.

Frecuencia

Este parámetro hace referencia a las veces que una especie se encuentra en una parcela o área determinada, permitiendo observar la distribución de las especies en el terreno.

Las especies que presentaron una mayor frecuencia en el estado fustal fueron laurel (10,87%), guacimo (8,69%) y iguá (8,69%), las cuales se encontraron en todas las parcelas de los transectos estudiados (Figura 3-33).

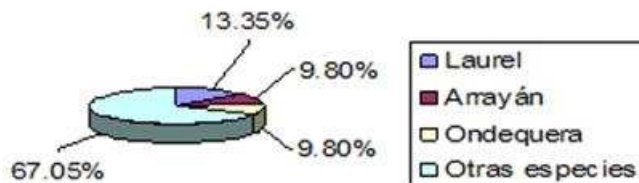
Figura 3-33. Frecuencia para las especies florísticas en estado fustal



Fuente: EOT-Municipio de San Luis.

En el estado latizal las especies que presentaron una mayor frecuencia fueron: laurel (13,35%), ondequera (9,80%), arrayán (9,80%), cordoncillo (8,44%), guacharaco (7,90%) y capote (4,08%) (Figura 3-34).

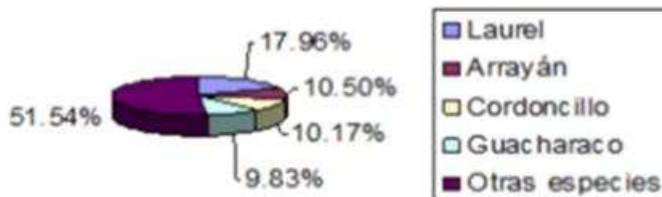
Figura 3-34. Frecuencia para las especies florísticas en estado Latizal



Fuente: EOT-Municipio de San Luis.

Y en el estado brinzal las especies laurel (17,96%), arrayán (10,50%), cordoncillo (10,17%) y guacharaco (9,83%) (Figura 3-35).

Figura 3-35. Frecuencia para las especies florísticas en estado brinzal



Fuente: EOT-Municipio de San Luis.

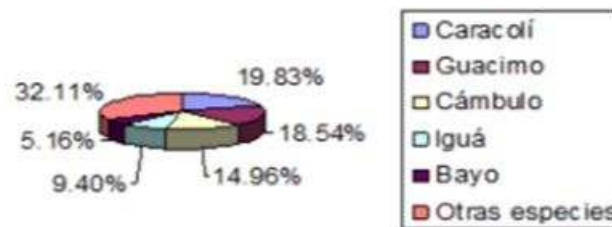
Dominancia

Se calculó únicamente para el estado fustal, permite determinar las especies que presentan mayor cobertura y calidad de sitio; para el cálculo de este parámetro, se utilizó el área basal

de cada individuo calculado mediante los diámetros mayores a 10 cm a la altura del pecho (D.A.P.).

Las especies que presentaron mayor cobertura o aporte de biomasa total en las áreas con bosque secundario intervenido son: caracolí (19,83%), guacimo (18,54%), cámbulo (14,96%), iguá (9,40%) y bayo (5,16%); siendo la especie caracolí la que presentó mayor porte y vigor formando parte de la vegetación protectora de los cauces naturales (Figura 3-36).

Figura 3-36. Dominancia para las especies florísticas en estado Fustal

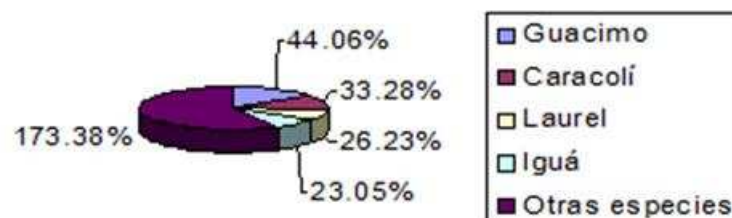


Fuente: EOT-Municipio de San Luis.

Índice de Valor de Importancia (I.V.I.)

Este valor se obtiene para cada una de las especies registradas en el estado fustal únicamente, efectuando la sumatoria de la abundancia, frecuencia y dominancia relativa. Las especies que presentaron el mayor I.V.I. son: guacimo (44,06%), caracolí (33,28%), laurel (26,23%) e iguá (23,05%); por consiguiente son las especies de mayor peso ecológico en las áreas con bosque del municipio (Figura 3-37).

Figura 3-37. Índice de valor de importancia (IVI)



Fuente: EOT-Municipio de San Luis.

Posición Sociológica

La estructura vertical de las especies registradas en el estado fustal demuestra que el 56,44% de éstas se presentan en el estrato superior, siendo las especies guacimo, caracolí y vainillo

las que registraron un mayor número de individuos. El 30,69% corresponden al estrato medio y un 12,87% al estrato inferior.

Las especies cojón de cabrito y yarumo no presentan individuos en el estrato inferior ni en el superior, por consiguiente la regeneración natural de estas especies puede ser muy baja o no se presenta actualmente las condiciones ambientales para favorecer la germinación de semillas y por lo tanto la permanencia dentro del ecosistema puede verse afectada.

Categoría de Tamaño (Regeneración Natural)

Este parámetro se calculó conjuntamente para los estados latizal y brinzal, de los cuales se determinó el valor fitosociológico, valor simplificado, valor redondeado a partir de los cuales se definieron las categorías de tamaño I, II y III, absoluta y relativa, que junto con la abundancia y frecuencia relativa determina la regeneración natural.

Mediante el procesamiento de la información levantada en campo, se establecieron tres categorías de acuerdo con la clasificación propuesta por CORTOLIMA - 1998.

- C.T. I: Especies entre 0.1 a 1.0 m de altura
- C.T. II: Especies entre 1.0 a 3.0 m de altura
- C.T. III: Especies mayores de 3.0 m de altura pero menores de 10 cm de D.A.P.

En la Categoría de Tamaño I, se clasificaron todas las especies del estado brinzal, en la categoría II, las especies del estado latizal joven o de segundo crecimiento y en la categoría III, las del estado latizal adulta o de primer crecimiento.

Con la categoría de tamaño se determina la regeneración natural siendo las especies que presentan mayor capacidad de regeneración natural: laurel con el 23,16%, arrayán con el 13,48%, cordoncillo con 11,26%, y ondequera con 8,63%, lo cual confirma las condiciones ideales de suelos y clima que favorecen la permanencia de estas especies en las pequeñas áreas de bosque secundario del municipio.

Las especies que registraron los valores más bajos de regeneración natural fueron: caña agria (0,07%), acacia (0,09%), caimitillo (0,12%), huesito (0,16%) y flautón (0,24%) entre otros; por consiguiente son especies que se deben tener en cuenta en los programas de revegetalización de áreas de protección que se adelanten en el municipio.

De acuerdo con el estudio florístico efectuado a los siete transectos que se levantaron en el municipio de San Luis se recomienda lo siguiente:

- En las áreas con bosque secundario intervenido (Bs), se recomienda definir acciones de recuperación, conservación y control en estos sitios para convertirlas en áreas de reserva de flora y fauna.
- Efectuar una reglamentación ambiental municipal basada en las leyes ambientales existentes del país para la protección del medio ambiente, con el propósito de controlar las prácticas de quemas indiscriminadas que se realizan en la limpieza de potreros y adecuación de tierras para el establecimiento de cultivos como el maíz tradicional

principalmente; así como también, para promover la conservación de áreas con vegetación protectora de corrientes superficiales.

- Realizar programas de educación ambiental, principalmente en la zona rural, para capacitar y concientizar a la población en la importancia de realizar un uso racional y sostenible de los recursos naturales.

Área de Influencia Directa

El uso intensivo que se da a la tierra, tanto para la agricultura como para la ganadería, ha producido el empobrecimiento de los suelos y la ocurrencia de serios problemas erosivos; a pesar de esto, los campesinos del municipio siguen estableciendo cultivos limpios y semilimpios en áreas de laderas y suelos marginales a falta de una asistencia técnica (Foto 3-16). Los escasos bosques naturales que aún existen en el municipio, están en proceso de extinción y muchas de las especies forestales de valor económico ya se han extinguido.

Foto 3-16. Suelos empobrecidos con erosión laminar debido a las malas prácticas en el área del proyecto



Fuente: Fotografía tomada por Araújo Ibarra & Asociados S.A.

3.3.1.2 Fauna

Área de Influencia Indirecta

Para la descripción de la fauna, se acogió el estudio “Actualización y Complementación del Plan de Manejo Ambiental de la Mina de Coralito” efectuado por la Empresa Samper Diamante S.A en el año 1999, en él se incluye el inventario faunístico de un área con relictos de bosque protector de las quebradas El Salado, Chicalá, San Pedro y Juntas.

Según el EOT del municipio de San Luis, para la evaluación de la avifauna, se procedió con el método propuesto por Ralphel al (1.992), para el cual se necesita instalar redes de niebla de 12 metros de largo por 2,5 metros de alto; también se realizaron monitoreos con binoculares para efectuar un barrido completo de la zona de estudio. Se emplearon un total de 21 horas/red, en cada una de las zonas seleccionadas; en donde se observó un total de cincuenta y cinco especies de aves distribuidas en veinte familias.

Para la descripción de los otros grupos, reptiles, mamíferos y peces, se procedió con la toma de información observada por medio de la ecología general de cada grupo, en donde se pudo determinar la presencia de sapos, iguanas, lagartijas chuchas, armadillos, murciélagos, venados, ardillas, gato montés, ñeques, guagua, conejos entre otros. Para los peces se realizó un muestreo en tres puntos en el Río Luisa en los alrededores del área del proyecto.

- *Aves*

Las diferentes actividades que el hombre desarrolla sobre el recurso suelo, influyen en gran parte en los diferentes tipos de cobertura vegetal que se presentan en el municipio y por consiguiente, la presencia o no de una gran variedad de especies de aves en una determinada zona.

Las aves se distribuyen en el municipio de acuerdo al uso actual del suelo, como se observa en el caso especial de las áreas cultivadas de las zonas Centro y Sur principalmente; en ellas, el establecimiento de cultivos semestrales como arroz, maíz, ajonjolí, sorgo y cultivos permanentes como frutales: Mango, aguacate, guanábana, guayaba, piña y cítricos; favorecen la presencia de especies frugívoras, insectívoras, granívoras y nectarívoras como es el caso del azulejo común - *Traupis episcopus*, azulejo palmero - *Traupis palmarum*, Chirgüa - *Arremon aurantirostris*, espiguero ladrillo - *Sporophila minuta*, espiguero verde - *Tiaris bicolor*, sirirí - *Tyrannus melancholicus*, entre las especies más abundantes en estas zonas.

En las áreas donde se efectúan actividades de adecuación y preparación mecanizada de tierras para el establecimiento de cultivos de arroz, sorgo, ajonjolí, algodón, maíz tecnificado y las que se dedican a la ganadería; es muy frecuente observar especies como la garza del ganado - *Bulbucus ibis*, garrapatero - *Crotophaga ani*, gallito de agua - *Jacana jacana*, gavilan - *Leucopernis princeps*, sirirí - *Tyrannus melancholicus*, bichofué pequeño - *Myiozetetes cayanensis* y canarios - *Sicalis luteola*, entre otros.

En la zona Norte, principalmente hacia el Noroeste en donde las condiciones son un poco diferentes, provincia climática Templado Semihúmedo (TSh), se encuentran algunas especies como el buho - *Otus choliba*, tigereto - *Tyrannus savana*, toche - *Icterus chrysater*, con escasa presencia en la zona.

En las áreas de protección de nacimientos y cauces naturales de quebradas y ríos que aún conservan franjas de cobertura vegetal de bosque secundario, es frecuente observar una alta diversidad de especies de aves propias de este hábitat, así como también de otros hábitats, lo cual indica que éstas franjas de bosque ribereño son utilizadas por las aves como sitios de refugio o de descanso, como se puede comprobar en los días calurosos y en los atardeceres.

En las áreas que presentan actualmente cobertura vegetal de pastos natural, pastos manejados, potreros rastrojados y rastrojo; es frecuente observar especies como canarios - *Sicalis luteola*, cucaracheros - *Troglodytes aedón*, azulejo común - *Traupis episcopus*, bichofué pequeño - *Myiozetetes cayanensis*, Chirgüas - *Arremon aurantirostris*, espiguero ladrillo - *Sporophila minuta*, espiguero verde - *Tiaris bicolor*, perdiz - *Colinus cristatus* y torcaza común - *Columbina talpacoti*, entre otros.

Aspectos Ecológicos

En la Tabla 3-34 se efectúa una descripción de los aspectos ecológicos más relevantes de las especies que se observaron durante el tiempo de muestreo, complementada con datos suministrados por habitantes del área rural.

Tabla 3-34. Aspectos ecológicos de las especies observadas

FAMILIA	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	HABITAT O ESTRATO VEGETAL	DIETA	RELACION DE GRUPO
<i>Familia ACCIPITRIDA E</i>	Águila cuasmera	<i>Buteo platypterus.</i>	Bordes de bosques secundarios, aunque es migratorio. Registra círculos en terrenos boscosos pero se puede encontrar en áreas semiabiertas.	Se alimenta de insectos y pequeños roedores	
<i>Familia ALCEDINIDAE</i>	Martín pescador	<i>Ceryle torcuata</i>	Se encuentra en humedales, orillas de ríos y quebradas. Sotobosque	Se alimenta de pequeños peces e insectos	Solitario o en pareja
<i>Familia ARDEIDAE</i>	Garza del ganado	<i>Bulbucus ibis.</i>	Áreas abiertas con actividades agropecuarias. Campos al lado del ganado	Insectos o pequeños vertebrados	Grupos mixtos
<i>Familia CATHARTIDA E</i>	Chulo o Gallinazo	<i>Coragyps atratus</i>	En todo tipo de áreas donde existan animales en descomposición	Se alimenta de carroña	Se concentra en grupos
<i>Familia COEREBIDAE</i>	Mielero	<i>Coereba flaveola</i>	Bosques, plantaciones, arbustos y jardines, en el estrato medio	Es nectarívoro	Solitario o en pareja
<i>Familia COLUMBIDAE</i>	Paloma suva o caminera	<i>Leptotila verreauxi</i>	Bosque secundario claros y en arbustos	Es granívora, algunas veces comen frutas pequeñas	Se observa en grandes grupos en las copas de los árboles
	Abuelita o Naguayblanca	<i>Zenaida auriculata</i>	Se encuentra en zonas abiertas y en el estrato medio de coberturas vegetales	Se alimenta de granos	Se concentra en grupos homogéneos o heterogéneos
	Torcaza común	<i>Columbina talpacoti</i>	Campos abiertos muy secos, jardines y áreas pobladas; se observan en el estrato medio.	Se alimenta de granos	Se puede encontrar sola, en pareja o en grupos variables
	Torcaza	<i>Columbina minuta</i>	Generalmente en bosques abiertos, bosques de segundo crecimiento, cultivos y pastizales, en áreas secas y húmedas	Se alimenta de granos	Se encuentran solitarias o en parejas

FAMILIA	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	HABITAT O ESTRATO VEGETAL	DIETA	RELACION DE GRUPO
<i>Familia CRACIDAE</i>	Pava o guacharaca	<i>Ortalis motmot</i>	Bosque secundario y bosque ribereño, en el estrato medio	Se alimenta de frutas	Se encuentra a menudo en grupos de 3 - 5 individuos
<i>Familia CUCULIDAE</i>	Garrapatero	<i>Crotophaga ani.</i>	Pastizales y áreas más o menos abiertas, en el sotobosque	Pica las garrapatas del ganado	Gregario y en grupos desordenados
	Jirigüelo	<i>Crotophaga major</i>	Zonas abiertas, en estrato medio	Se alimenta de insectos	Se encuentra en grupos homogéneos
<i>Familia FRINGILIDAE</i>	Chirgüa	<i>Arremon aurantirostris</i>	Común en rastrojos y pastizales, en el sotobosque	Se alimenta de granos	Se encuentra solitario o en parejas
	Espiguero verde	<i>Tiaris bicolor</i>	En campos semiabiertos, pastizales y matorrales de baja altura cerca de los caminos, en el sotobosque	Se alimenta de insectos y semillas	Generalmente en parejas y algunas veces en grupos mixtos
	Espiguero ladrillo	<i>Sporophila minuta</i>	Se encuentra en campos semiabiertos, pastizales y matorrales de baja altura cerca de los caminos, en el sotobosque	Se alimenta de insectos y semillas de pasto	Generalmente en parejas y algunas veces en grupos mixtos
	Copetón	<i>Zonotrichia caperis</i>	Áreas agrícolas con árboles escasos, en el estrato medio	Se alimenta de insectos	Generalmente en grupos mixtos en áreas agrícolas
	Canario	<i>Sicalis luteola</i>	Áreas agrícolas con escasos árboles, en el estrato medio	Se alimenta de granos	Generalmente en grupos homogéneos
<i>Familia HIRUNDINIDAE</i>	Golondrina	<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	Campos abiertos, en pequeños claros de bosque y alrededor de veredas, en el estrato dosel de árboles	Se alimenta de pequeños insectos que cazan al vuelo	Vive en parejas o pequeñas familias
	Golondrina	<i>Notiochelidon murina</i>	Campos abiertos, en el estrato dosel de los árboles	Se alimenta de insectos	Vuelan en grupos pequeños a baja altura
<i>Familia ICTERIDAE</i>	Toche	<i>Icterus chrysater</i>	Habitan en pueblos, fincas y otras áreas con arbustos, en estrato medio	Se alimenta de frutas	Generalmente se observan solos

FAMILIA	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	HABITAT O ESTRATO VEGETAL	DIETA	RELACION DE GRUPO
<i>Familia PHASIANIDAE</i>	Perdiz	<i>Colinus cristatus</i>	Común en pastizales, cultivos secos con matorrales a orillas de los caminos, en el estrato sotobosque	Se alimenta de granos	Pequeños grupos o en parejas en época de apareamiento
<i>Familia PICIDAE</i>	Pájaro carpintero	<i>Piculus rivolii</i>	En cualquier estrato de bosque, generalmente sobre superficies con abundantes epifitas, en el estrato dosel de los árboles	Se alimenta de larvas y flores de Puya	Solitario o en parejas y algunas veces en grupos mixtos
	Carpintero	<i>Campephilus melanoleucos</i>	Bosque secundario y bordes de quebradas, viven en árboles a diferentes alturas del piso.	Se alimenta de insectos en los troncos de los árboles	Generalmente viven en parejas o en grupos de cinco individuos
	Carpintero	<i>Melanerpes rubricapillus</i>	Bordes de quebradas y en áreas agroforestales, en el estrato medio	Se alimenta de insectos en los troncos de los árboles	Generalmente viven en parejas o en grupos de cinco individuos
<i>Familia PSITACIDAE</i>	Perico, cascabelito	<i>Forpus conspicillatus</i>	Se encuentran en cultivos semiabiertos, fincas y claros húmedos con pocos árboles, en el dosel de los árboles	Se alimentan de semillas de gramíneas y pequeños frutos	Viven en parejas y pequeños grupos
	Perico frente roja	<i>Aratinga wagleri</i>	En áreas con sistemas agroforestales en el estrato medio y docel	Se alimenta de granos	Generalmente viven en grupos homogéneos
<i>Familia STRIGIDAE</i>	Búho	<i>Otus choliba</i>	Bosques de segundo crecimiento, bordes de quebradas y en áreas residenciales en el dosel de los árboles	Se alimenta de pequeños roedores y reptiles	Permanece siempre en parejas
<i>Familia THRAUPIDAE</i>	Jilguero	<i>Euphonia laniivox</i>	Se encuentra en claros, bordes de bosque y bosques de segundo crecimiento, en el dosel de los árboles	Se alimenta de insectos	Solitario, en parejas y ocasionalmente en pequeños grupos, a menudo se asocia a grupos mixtos de aves
	Pico de plata	<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	Matorrales, áreas cultivadas y bordes de bosque, en el dosel y estrato medio.	Se alimenta de frutas e insectos	Generalmente se encuentra en parejas

FAMILIA	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	HABITAT O ESTRATO VEGETAL	DIETA	RELACION DE GRUPO
	Tangara	<i>Tangara gyrola</i>	Bosques de segundo crecimiento, en el estrato medio	Se alimenta de frutas	Se encuentra en parejas o familias asociadas frecuentemente con grupos mixtos.
	Tangara	<i>Tangara vitriolina</i>	Se encuentra en áreas cultivadas, pastizales altos y alrededor de zonas habitadas por el hombre en el estrato medio	Se alimenta de frutas y pequeños insectos	Se ven solitarias o en parejas
	Azulejo común	<i>Thraupis episcopus</i>	Común en áreas no boscosas, jardines, plantaciones, y bordes de bosque, en el estrato medio.	Se alimenta de insectos	Se encuentra en parejas o en pequeños grupos
	Azulejo palmero	<i>Thraupis palmarum</i>	Común en áreas no boscosas, plantaciones, bordes de bosque y en áreas con sistemas agroforestales, en el estrato medio	Se alimenta de insectos	Se encuentra solitario y ocasionalmente en pequeños grupos
Familia <i>TROCHILIDAE</i>	Colibrí o tominejo	<i>Agelaiocercus kingi</i> .	Bordes de bosques secundarios, jardines y áreas agroforestales en el estrato medio y dosel.	Se alimenta del néctar de las flores, forman territorios estables en árboles florecidos	Sólo o en parejas
	Colibrí esmeralda	<i>Chlorostilbun mellisigus</i>	Jardines, áreas cultivadas, en el estrato medio	Néctar de las flores	Se encuentra solo o en pareja
Familia <i>TROGLODYTIDAE</i>	Cucarachero	<i>Troglodytes aedon</i>	Áreas semiabiertas, arborizadas y cerca de habitaciones humanas, en el estrato medio.	Insectos	Sólo o en parejas
Familia <i>TURDIDAE</i>	Mirlla pantanera	<i>Turdus ignobilis</i>	Se encuentra comúnmente en áreas de bosque secundario, jardines, parques y bordes de los bosques, en el estrato medio	Se alimenta de una gran variedad de frutos	Sólo o en parejas
	Mirlla blanca	<i>Camphylorhynchus griseus</i>	Se encuentra comúnmente en las áreas con agroforestales y bordes de bosques en el estrato medio	Se alimenta de una gran variedad de frutos	Sólo o en parejas

FAMILIA	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	HABITAT O ESTRATO VEGETAL	DIETA	RELACION DE GRUPO
Familia TYRANNIDAE	Petirrojo	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Áreas de parques, vegetación arbustiva y campos abiertos secos con árboles, en el estrato medio	Se alimenta de insectos en el aire o en el piso	Sólo o en parejas
	Sirirí	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Zonas abiertas como potreros y áreas desprotegidas de cobertura vegetal, en el estrato medio y sotobosque	Se alimenta de insectos	Sólo o en grupos homogéneos
	Mosquitero	<i>Todirostrum cinereum</i>	Áreas de cultivos agroforestales en el estrato medio	Se alimenta de insectos	Permanece solo o en grupo homogéneo
	Bichofué	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Se encuentra en zonas abiertas ocupando el estrato medio de la vegetación arbustiva.	Se alimenta de insectos	Solitario o en grupos homogéneos
	Bichofué pequeño	<i>Myiozetetes cayanensis</i>	Se encuentra en zonas abiertas ocupando el estrato medio de la vegetación arbustiva.	Se alimenta de insectos	Solitario
	Tijereto	<i>Tyrannus savana</i>	Se encuentra en zonas abiertas ocupando el estrato medio de la vegetación arbustiva.	Se alimenta de insectos	Solitario o en parejas
Familia TYTONIDAE	Lechuza	<u><i>Tyto alba</i></u>	Regiones semiabiertas y alrededor de las viviendas, en el estrato medio	Especialmente se alimenta de pequeños roedores aunque también atrapa otras presas pequeñas	Tiene comportamiento nocturno, se encuentra sólo o en pareja.

Fuente: Esquema de ordenamiento territorial de San Luis

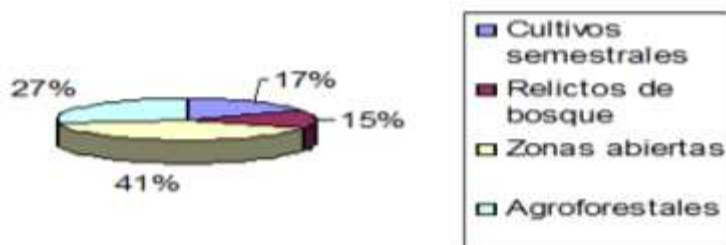
Distribución de la Avifauna Reportada Según el Hábitat

La distribución de las aves según el hábitat en el municipio, se ve directamente influenciada por la acción antrópica, debido al impacto ambiental que el hombre ha ocasionado con la deforestación, las quemas, la aplicación de plaguicidas y el vertimiento de desechos sólidos y líquidos en quebradas, ríos y lagunas, que causan la emigración de las especies de su hábitat natural en busca de sitios seguros, convirtiéndolas a se vez en presa fácil de los depredadores.

Se identificaron cuatro hábitat de acuerdo con la cobertura vegetal que albergan la avifauna reportada en el municipio, como son las áreas con relictos de bosque secundario intervenido que se encuentra en la parte montañosa y de bosque ribereño en corrientes superficiales; áreas de cultivos asociados como frutales y de pan coger que asemejan arreglos agroforestales cercanos nucleados poblacionales; áreas destinadas a la producción de cultivos semestrales como arroz, sorgo, ajonjolí, maíz, algodón; zonas abiertas como la zona urbana, áreas de potreros con pasto natural, manejados y rastrojados y áreas con rastrojo entre otras.

En las prácticas de adecuación para el establecimiento de cultivos como el maíz tradicional, se efectúan quemas para la eliminación de malezas en áreas de ladera y media ladera, esta actividad produce un impacto ambiental severo sobre la fauna existente. En la Figura 3-38 se presenta la distribución en porcentaje según el hábitat de la avifauna reportada.

Figura 3-38. Distribución de la Avifauna según el hábitat

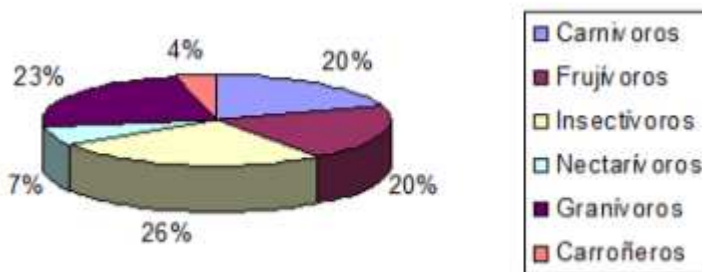


Fuente: EOT-Municipio de San Luis.

Distribución de la Avifauna reportada según la dieta alimenticia

En el área del municipio, el mayor porcentaje de las aves tienden a alimentarse de insectos (26%), seguidas por las aves que presentan predilección por los granos (23%) y un tercer lugar compartido con las que se alimentan de frutas y carnívoras (20%) (Figura 3-39). Esto permite una fácil ubicación ya que las aves permanecen en sitios que cubren sus necesidades alimenticias, como el caso de las insectívoras que se hallan en sitios con estancamientos de agua en donde proliferan los insectos.

Figura 3-39. Distribución de la avifauna según la dieta



Fuente: EOT-Municipio de San Luis.

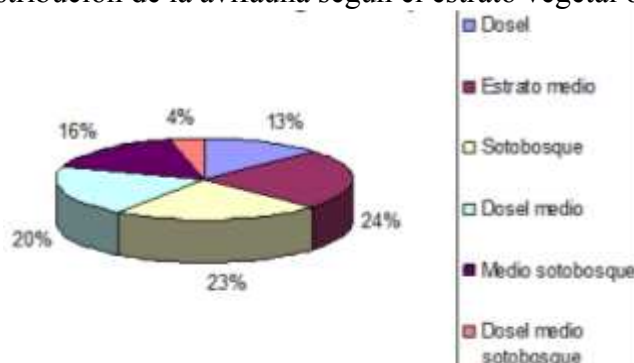
Distribución de la avifauna reportada según el estrato vegetal ocupado

El estrato vegetal indica el sitio en donde el ave permanece la mayor parte del tiempo, el cual le permite la alimentación y reproducción para perpetuar su especie. En el municipio la mayor cantidad de aves se encuentra en el estrato vegetal medio (24%), seguido de un 23% que se encuentra en el sotobosque, un 20% en el dosel medio y un 16% en el medio sotobosque.

- Sotobosque: Comprende la vegetación herbácea y arbustiva desde cero a los cinco metros aproximadamente.
- Zona Media: Comprende desde los cinco a los diez metros de altura.
- Dosel: Es la parte más alta de la copa de los árboles, que comprende desde los diez metros en adelante.

En el estrato vegetal medio se observan las especies azulejo palmero - *Traupis palmarum*, azulejo común - *Traupis episcopus*, bichofué pequeño - *Myiozetetes cayanensis*, carpinteros - *Campephilus melanoleucos* y *Melanerpes rubricapillus*, copetón - *Zonotrichia capensis*, mosquitero - *Todirostrum cinereum*, perico frente roja - *Aratinga wagleri*, petirrojo - *Pyrocephalus rubinus*, entre otros; los cuales en su gran mayoría poseen dieta insectívora frugívora (Figura 3-40).

Figura 3-40. Distribución de la avifauna según el estrato vegetal ocupado

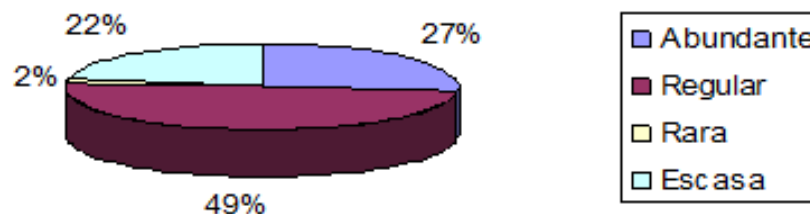


Fuente: EOT-Municipio de San Luis.

Distribución de la avifauna reportada según la presencia en la zona

El 49% de las especies de aves reportadas en el municipio registran una presencia regular en la zona, entre ellas están los carpinteros - *Campephilus melanoleucos*, Melanerpes rubricapillus, *Piculus rivolii*, copetón - *Zonotrichia caperis*, Cucarachero - *Troglodytes aedón*, garrapatero - *Crotophaga ani*, golondrina - *Notiochelidon murina*, guacharaca - *Ortalis motmot*, martín pescador - *Ceryle torcuata*; le siguen las especies que registraron una presencia en la zona de abundante con un 27%, como el azulejo común - *Traupis episcopus*, azulejo palmero - *Traupis palmarum*, canario - *Sicalis luteola*, chirgua - *Arremon aurantirostris*, Garza del ganado - *Bulbucus ibis*, girigüelo - *Crotophaga major*, sirirí - *Tyrannus melancholicus*, Torcaza común - *Columbina talpacoti*; un 22% de las especies observadas registran una presencia en la zona de escasa, entre ellas está el águila cuasmera - *Buteo platypterus*, bichofué - *Pitangus sulphuratus*, bichofué pequeño - *Myiozetetes cayanensis*, gavián - *Leucopernis princeps*, mielero - *Coereba flaveola*, perico frente roja - *Aratinga wagleri*; y sólo un 2% se definen como de presencia rara en el municipio como el buho - *Otus choliba* (Figura 3-41).

Figura 3-41. Distribución de la avifauna según su abundancia



Fuente: EOT-Municipio de San Luis.

- *Mamíferos, reptiles*

De la riqueza faunística que aún conserva el municipio de San Luis, los mamíferos es la especie que ha soportado el mayor impacto ambiental ocasionado por el ser humano, gran parte debido a que se les ve como una fuente de alimento o por creencias ancestrales algunas especies son catalogadas como buenas o malas, bien sea en la cura o propagación de enfermedades y por otra parte debido a la falta de conciencia conservacionista para con estos seres vivos. En el tiempo que se efectuó el estudio, solamente se observaron dieciséis (16) especies de mamíferos, las cuales fueron confirmadas su presencia por los habitantes de la zona rural.

Aspectos ecológicos

En la Tabla 3-35 se presenta una breve descripción de los aspectos ecológicos más relevantes de especies de mamíferos y en la Tabla 3-36 lo correspondiente a reptiles reportados en el municipio:

Tabla 3-35. Especies de mamíferos reportados en el Municipio

FAMILIA	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	HABITAT O ESTRATO VEGETAL	DIETA	RELACION DE GRUPO
Familia AGOUTIDAE	Borugo o tinajo	<i>Agouti paca</i>	Bosques secundarios intervenidos, bosques de galería y plantaciones	Se alimenta de frutas y hojas verdes o secas	Se ve comúnmente solitario y algunas veces en pareja
Familia CERVIDAE	Venado	<i>Odocoileus gymnotis columbianus</i>	Se encuentra en la zona montañosa y en grandes extensiones de latifundios en donde la presencia humana es baja; de día casi siempre se mantiene oculto en las espesuras de la vegetación herbácea y arbustiva, al caer la tarde salen a la periferia de los bosques en busca de alimento.	Se alimenta de hierbas tiernas, tallos terminales de algunas plantas y además de flores que caen de los árboles	Viven en grupos pequeños o solos
Familia DASYPODIDAE	Armadillo, gurre	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Bosque secundario, tierras de pastoreo y rastrojo. Viven en cuevas que ellos mismos cavan	Se alimenta de hormigas, termitas y otros insectos, algunas veces consume pequeños vertebrados, frutas y hongos	Vive solitario y en pareja en la época de apareamiento
Familia DASYPROCTIDAE	Guatin, ñeques	<i>Dasypsecta punctata</i>	Bosque secundario intervenido y bosque ribereño	Se alimenta de semillas, frutos, hongos, flores e insectos	Diurno y generalmente solitario
Familia FELIDAE	Tigrillo o gato montes	<i>Margay tiquina</i>	Se encuentra con frecuencia en la provincia climática Cálido Semiárido pero también se puede hallar en la región	Se alimenta de ratas, ratones y otros pequeños mamíferos, visita a	Generalmente se encuentra sólo

FAMILIA	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	HABITAT O ESTRATO VEGETAL	DIETA	RELACION DE GRUPO
			Templada Semihúmeda, habita cerca de lugares colonizados	veces los gallineros	
Familia DIDELPHIDAE	Chucha ó zarigüella	<i>Didelphis marsupialis</i>	Vive en áreas con vegetación arbórea cercanas a las viviendas, de día se oculta en los huecos de los árboles y de noche se dedica al merodeo en busca de alimento	Pequeños mamíferos, aves, insectos, larvas y huevos, también merodea los gallineros en busca de alimento	Vive generalmente sólo, aunque algunas veces se ve a la madre con sus crías asidos a su cola.
Familia MUSTELIDAE	Ulamá o taira	<i>Tayra barbara</i>	Áreas de bosques cercanos a viviendas humanas y de noche rodea gallineros	Roedores, aves y reptiles pequeños	Se encuentra generalmente solo
Familia LEPORIDAE	Conejo	<i>Sylvilagus apollinaris</i>	Se encuentra alrededor de áreas colonizadas, plantaciones, bosques y pastizales; se mantiene oculto durante el día en su madriguera o agazapado entre matorrales; sale en el crepúsculo, en la noche o la madrugada para alimentarse	Se alimenta de hierva y plantas silvestres	Es un animal nocturno de comportamiento solitario
Familia DESMODONTIDAE	Chimbilá	<i>Carollia castanea</i>	Bosque secundario intervenido, plantaciones y jardines	Se alimenta de frutas, insectos, suplementándose con néctar en las temporadas secas. Es uno de los más importantes dispersores de semillas para	Vuelan usualmente en pequeños grupos conformados por un harén pequeño de hembras con un macho adulto

FAMILIA	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	HABITAT O ESTRATO VEGETAL	DIETA	RELACION DE GRUPO
				muchas plantas de frutos pequeños	
	Murciélago	<i>Desmodus rotundus</i>	Bosque secundario y bosques ribereños	Normalmente se alimenta de sangre de mamíferos especialmente de ganado bovino y equinos	Vuelan en pequeños grupos
Familia SCIURIDAE	Ardilla	<i>Sciurus granatensis</i>	Ampliamente distribuida y adaptada a todo tipo de bosques	Se alimenta de frutos de palmas, de árboles y hongos. Se caracteriza por el almacenamiento de hongos en periodos de escasez	Es un animal diurno, arbóreo y solitario. Usa todos los estratos arbóreos, incluyendo el suelo.

Fuente: Esquema de ordenamiento territorial de San Luis

Tabla 3-36. Especies de reptiles reportados en el Municipio

FAMILIA	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	HABITAT O ESTRATO VEGETAL	DIETA	RELACION DE GRUPO
Familia BOIDAE	Güio	<i>Eunectus murinus</i>	Se encuentra en las cercanías de los ríos en zonas de vegetación densa	Se alimenta de pequeños roedores, aves y otros pequeños mamíferos	Generalmente se encuentra solo
	Boa constrictor	<i>Constrictor constrictor</i>	Pasa el día aletargado en las cavidades del suelo, debajo de las raíces de árboles o en lugares	Se alimenta de pequeños mamíferos y aves	Generalmente solos

FAMILIA	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	HABITAT O ESTRATO VEGETAL	DIETA	RELACION DE GRUPO
			sombríos		
Familia COLUBRIDAE	Huertera ó sabanera	<i>Atuactus crassicaudatus</i>	Se encuentra en zonas húmedas, asoleadas; no desarrolla toda su actividad sino cuando calienta el sol	Ranas, renacuajos, ratones, babosas e insectos	Permanece solitario
	Cazadora	<i>Clelia clelia</i>	En zonas abiertas con vegetación arbórea y arbustiva	Se alimenta de serpientes venenosas en especial de Tayas	Siempre están solitarias
	Falsa coral	<i>Erythro lamprus bizona</i>	En zonas abiertas con matorrales	Se alimenta de lagartos, lagartijas y serpientes especialmente corales	Solitaria
	Culebra Verde o Voladora	<i>Leptophis ahaetulla</i>	Estrato arbóreo	Se alimenta de ranas, sapos, lagartos, lagartijas y pequeños roedores	Solitaria
	Toche, ó azotadora	<i>Spilotes pullatus</i>	Se encuentra en sitios sombríos con vegetación arbórea y arbustiva, de color amarillo con manchas y fajas negras; trepa con rapidez a bejucos y ramas	Se alimenta de aves y pequeños mamíferos	Solitaria
Familia CROTALIDAE O VIPERIDAE	Talla equis	<i>Bothrops atrox</i>	En lugares húmedos principalmente a orillas de cauces naturales	Se alimenta de pequeños roedores, lagartos, lagartijas, ranas, otros anfibios y pequeños mamíferos	Solitaria

FAMILIA	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	HABITAT O ESTRATO VEGETAL	DIETA	RELACION DE GRUPO
	Cascabel	<i>Crotalus terrificus durissus</i>	Lugares secos y asoleados	Se alimenta de pequeños roedores, pájaros y batracios	Solitaria
Familia ELAPIDAE	Coral	<i>Micrurus dumerillii antioguensis</i>	En zonas abiertas con rastrojo o pastizales	Batracios	Solitarias
	Rabo de ají	<i>Micrurus mipartitus decussatus</i>	En zonas abiertas frescas	Se alimenta de otras serpientes, lagartos y lagartijas	Solitaria
Familia IGUANIDAE	Iguana	<i>Iguana iguana</i>	Vegetación arbórea y arbustiva	Es herbívora	Solitaria o en grupos homogéneos
	Lagarto	<i>Leiocephalus trachycephalus</i>	Suele encontrarse en sitios asoleados calentándose con visible fricción sobre los muros o escombros	Se alimenta de insectos, gusanos, babosas, etc.	
	Camaleón	<i>Polychrus guttuerosus</i>	Lleva vida arborícola	Se alimenta de pequeños insectos	Solitario ó en parejas
	Lobón	<i>Tupinambis nigropunctatus</i>	Zonas abiertas asoleadas	Se alimenta de ranas, lombrices e insectos	Solitario o en parejas

Fuente: Esquema de ordenamiento territorial de San Luis

- Peces

En los ríos, quebradas y lagunas del municipio se presenta una gran variedad de peces, pero en muy poca cantidad, debido al deterioro de los cauces naturales causados por la deforestación, las quemas a orillas de quebradas y la pesca indiscriminada. A su vez el vertimiento de desechos sólidos y líquidos, productos tóxicos empleados en la fumigación de cultivos y de aguas industriales, conllevan a desmejorar la calidad del agua, ocasionado la extinción de especies reofilicas de las corrientes superficiales.

En algunas corrientes superficiales se pueden encontrar especies como Anzueleras, Mojarra - *Petenia umbrifera*, Sardinas, Plateadas, Guavinas - *Rhamdia sebae*, Dentones - *Hoplias malabaricus*, Agujos, Bocachicos - *Prochilodus magdalenae*, Caloches - *Sternopygus macrurus*, Ciegos, Cuchas - *Cheiridodus honda*, Doradas - *Salminus affinis*, Moinos - *Leporinus muyscorum*, Nicuros - *Pimelodus clarias*, Quiques y Vilujas.

En la Tabla 3-37 se efectúa una breve descripción de los aspectos ecológicos de algunos peces observados con una frecuencia regular en la zona:

Tabla 3-37. Peces observados frecuentemente en el lugar

FAMILIA	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	DISTRIBUCION GEOGRAFICA	ASPECTOS ECOLOGICOS	RECOMENDACIONES	DESCRIPCION
Orden Acanthopteri						
Cichlidae	Mojarra	<i>Petenia umbrifera</i>	Algunas quebradas del municipio	Alimentación variada principalmente omnívora, su comida preferida es el fitoplancton, evitando así la eutroficación de las aguas	Control de pesca y programas de piscicultura para repoblación	Carece de glándula branquial, sus dientes son caninos y más prominentes; el número de espinas en la aleta anal es de seis espinas seguida de 8 a 9 radios blandos
Orden Heterognati						
Pimelodidae	Guabina	<i>Rhamdia sebae</i>	Algunas quebradas del municipio	Hábitat exclusivamente en aguas dulces. Permanece en el fondo y parte media del agua.	Tiene cierta importancia económica, su población se ha visto disminuida por aguas contaminadas, por lo que es necesario hacer un control para obtener así una mayor proporción de pesca para el futuro	Presenta aletas adiposas, larga, dorsal y anal y lóbulos redondeados, sus barbillas mentoneales casi en línea recta y el cráneo liso
Characinidae Subfamilia Erytininae	Dentón	<i>Hoplias malabaricus</i>	Quebradas del municipio	Dieta carnívora, regula la dinámica de la población, mediante el consumo de peces,	Impulsar campañas de consumo aprovechando la abundancia de esta especie	Se distingue por tener aleta caudal redondeada, crece hasta 330 mm

FAMILIA	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	DISTRIBUCION GEOGRAFICA	ASPECTOS ECOLOGICOS	RECOMENDACIONES	DESCRIPCION
				permanece en el fondo y parte media del agua		
Characinidae Subfamilia: Orochilodinae	Bocachico	<i>Prochilodus magdalenae</i>	Ríos del municipio	Su modo de vida consiste en lamer piedras, lo cual lo convierte en un fitoplanctófago, regulando la cantidad de fitopláncton en el espacio que ocupa	Establecer controles de pesca y contaminación	Posee escamas ásperas, también tiene una espina u horquilla eréctil delante de la aleta dorsal. Crece hasta 400 mm
Characinidae Subfamilia: Salmininae	Dorada	<i>Salminus affinis</i>	Ríos del municipio	Permanece en la parte media y superficial del agua	Es necesario regular la pesca de esta especie en épocas de subienda	Las escamas en la región de la línea lateral tienen cada una un punto rojo. Crece hasta 600mm.
Characinidae Subfamilia: Anostomatinae	Moino	<i>Leporynus muyscorum</i>	Ríos del municipio	Ataca a peces cogidos por pescadores, manteniendo la dinámica de los peces que aún viven y es uno de los primeros en detectar y devorar cadáveres.	Control de pesca	Pez cilíndrico, con dientes inclinados hacia adelante, las narinas anteriores y posteriores están distantes entre sí; tiene dos manchas grande visibles en los costados, cuya

FAMILIA	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	DISTRIBUCION GEOGRAFICA	ASPECTOS ECOLOGICOS	RECOMENDACIONES	DESCRIPCION
						intensidad varia con la edad y con el estado nervioso del pez
Orden Nematognati						
Pimelodidae	Capitán	<i>Perugia xanthus</i>	Ríos del municipio	Permanece en el fondo y parte media del agua, en épocas de subienda su presencia es abundante.	Control de pesca, aunque carece de importancia económica.	Su color es gris plateado, con una tendencia en vida a una pigmentación amarilla; presenta espinas punzantes en las aletas, de las cuales tanto las pectorales como las ventrales con notablemente grandes
Loricariinae	Cucha	<i>Cheiridodus honda</i>	Algunas quebradas del municipio	Permanece la mayor parte del tiempo adherida a las piedras y superficies sólidas, se alimenta de plantas, su población es muy común durante toda la época del año	Control de pesca	Cuerpo cubierto de numerosos puntos oscuros en 4 a 6 series. Unas pocas manchas en la parte básica de las membranas de la aleta dorsal y en los radios de los pectorales y

FAMILIA	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	DISTRIBUCION GEOGRAFICA	ASPECTOS ECOLOGICOS	RECOMENDACIONES	DESCRIPCION
						ventrales; extremidad de la aleta caudal de color claro, esta especie tiene una quilla blanca detrás de la placa temporal.
Pimelodidae	Nicuro, Barbudo	<i>Pimelodus Clarias</i>	Ríos Cucuana y Saldaña	Son omnívoros y migratorios, sus barbas dotadas de papilas gustativas le permiten orientarse y encontrar alimento, principalmente peces menores en los oscuros fondos de los ríos. Su capacidad reproductiva es comparativamente baja, entre 35.000 y 40.000 ovas por libra. Se reproduce durante dos temporadas anuales (entre febrero y		Su color es gris plateado, pero algunos presentan tendencia a un color verde y amarillo. El ancho de la boca es menor que la distancia interocular y los ojos cuando se observa la cabeza desde arriba, interrumpen el perfil lateral

FAMILIA	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	DISTRIBUCION GEOGRAFICA	ASPECTOS ECOLOGICOS	RECOMENDACIONES	DESCRIPCION
				marzo y entre septiembre y octubre), en épocas de subienda hace su aparición en puntos o en cardumen		
Orden Glanencheli						
Ginotidae Subfamilia: Sternopyginae	Caloche, liso	<i>Sternopygus macrurus</i>	Quebradas del municipio	Permanece en la parte media y superficial del agua	Esta especie es de gran importancia ecológica por el control que debe ejercer en la dinámica poblacional que se lleva en los cauces naturales	Sin aleta caudal, la cola puntiaguda, el hocico corto, sin filamento dorsal, dientes inferiores y superiores, el cuerpo muy comprimido y borde del ojo es libre

Fuente: Esquema de ordenamiento territorial de San Luis

Área de Influencia Directa

En inmediaciones al área del proyecto, es decir en el río Luisa el cual es cruzado por la vía que va hacia Valle de San Juan, se efectuaron muestreos con la ayuda de un pescador de la región con ayuda de dos artes de pesca. La metodología empleada se describe a continuación:

Secciones de muestreo. Las secciones se establecidas alrededor de tres puntos de referencia, fueron establecidos como se presenta en la Figura 3-42:

El primer punto de referencia fue el puente del Balneario (P1). Los otros puntos de referencia fueron ubicados uno (P2) aguas arriba del punto P1 aproximadamente a 300 m, el otro (P3) aguas abajo del punto P1 a aproximadamente 300 m, para cubrir una sección de 600 metros en el río.

Cada sección tuvo una longitud a lo largo del río La Luisa de 200 m y fue definida así:

- Sección 1: Inicia 100 m arriba del punto P1 y termina 100 m abajo del mismo.
- Sección 2: Inicia 100 m aguas arriba del punto de referencia P1 y termina 300 m arriba del mismo (o sea en el punto P2).
- Sección 3: Inicia 100 m aguas abajo del punto de referencia P1 y termina 300 m abajo del mismo (o sea en el punto P3).

Figura 3-42. Ubicación de las secciones de muestreo de peces



Fuente: Elaboración Araújo Ibarra.

Arte de pesca y esfuerzo de muestreo. Para efectuar los muestreos, se contó con la ayuda de un pescador de la región y se emplearon dos artes de pesca: atarraya (diámetro: 5,60 m; altura: 2,80 m y ojo de malla: 2 cm) y nasa (diámetro: 60 cm, y ojo de malla: 1 mm x 0,8 mm).

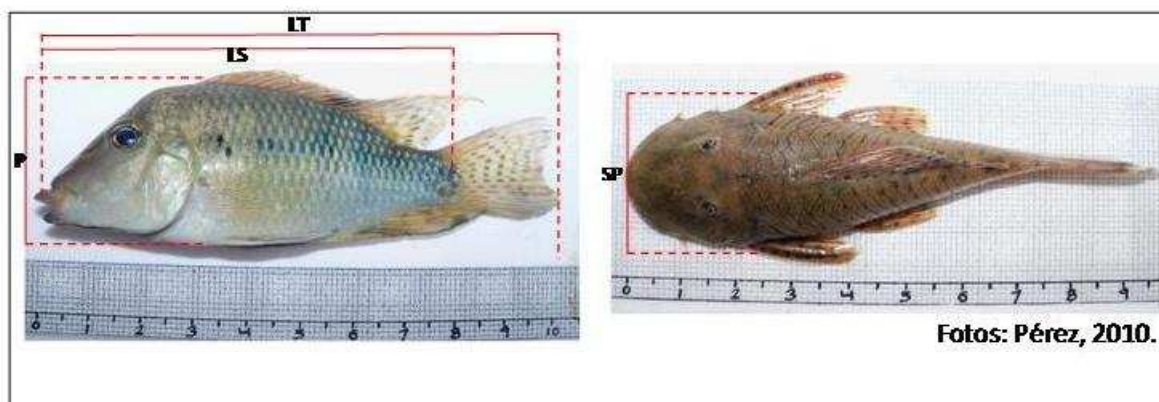
Con la atarraya fueron realizados 50 lances por sitio de muestreo; para cada lance no efectivo, se efectuaron hasta dos repeticiones. Los lances fueron realizados en sitios apropiados del río, como pocetas o piscinas, donde la velocidad de la corriente era menor.

En forma complementaria y paralela al muestreo con atarraya, se utilizó una nasa para la captura de individuos de menor talla, con especial énfasis en las orillas del río y en áreas cercanas a la vegetación riparia.

Fijación de especímenes. Se tomó un registro fotográfico por morfoespecie de los especímenes capturados. Éstos fueron fijados en una solución de formol al 10% en bolsas resellables, debidamente etiquetadas con el sitio de muestreo (P1, P2 o P3) y el número de lance. Posteriormente, para su transporte, los especímenes fueron envueltos en gasa y depositados en un recipiente hermético, con formol al 10%.

Mediciones por individuo. En campo, a cada individuo capturado, se le realizó la toma de diferentes mediciones morfométricas (Foto 3-17). A su vez, se estimó el peso de cada individuo, con una gramera TANITAS JAZ (0,1 g - 240 g).

Foto 3-17. Medidas morfométricas tomadas en campo



Fuente: Biodesa Ltda. Informe de trabajo de campo. Noviembre de 2010

Fueron capturados un total de 129 individuos pertenecientes a 8 familias, 4 órdenes, 18 géneros y 27 especies, entre ellas 2 morfoespecies de la subfamilia Tetragonopterinae; se identificaron las abundancias totales de cada especie para cada punto de referencia. Las fotografías de algunas de las especies encontradas se presentan a continuación:

Foto 3-18. *Astyanax fasciatus*



Foto 3-19. *Roeboides cf. occidentalis*



Foto 3-20. *Parodon suborbitali*



Foto 3-21. *Caquetaia kraussii*



Foto 3-22. *Apteronotus eschmeyeri*

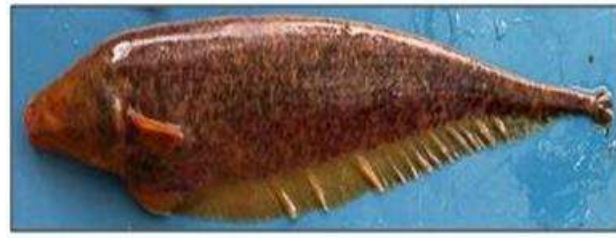


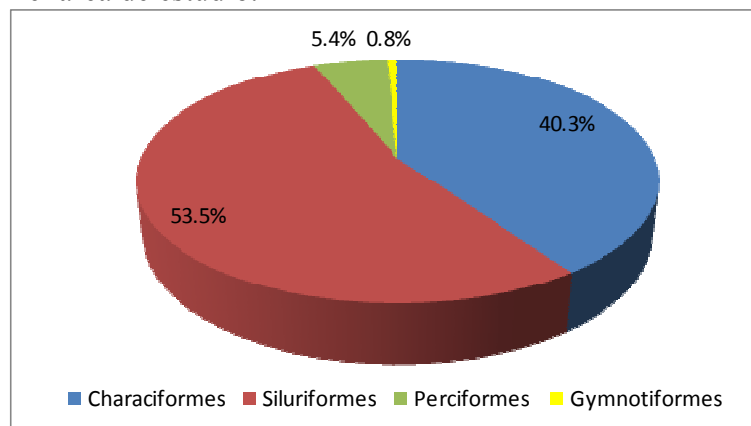
Foto 3-23. *Aequidens pulcher*



Fuente: Biodesa Ltda. Informe de trabajo de campo. Noviembre de 2010

Respecto a la composición a nivel taxonómico de Orden, se encontró que el orden Siluriformes (53,5%) fue el más representativo para la zona de estudio; seguido por el orden Characiformes (40,3%). Los órdenes que fueron encontrados en una proporción menor corresponden a los Perciformes (5,4%) y Gymnotiformes (0,8%) (Figura 3-43).

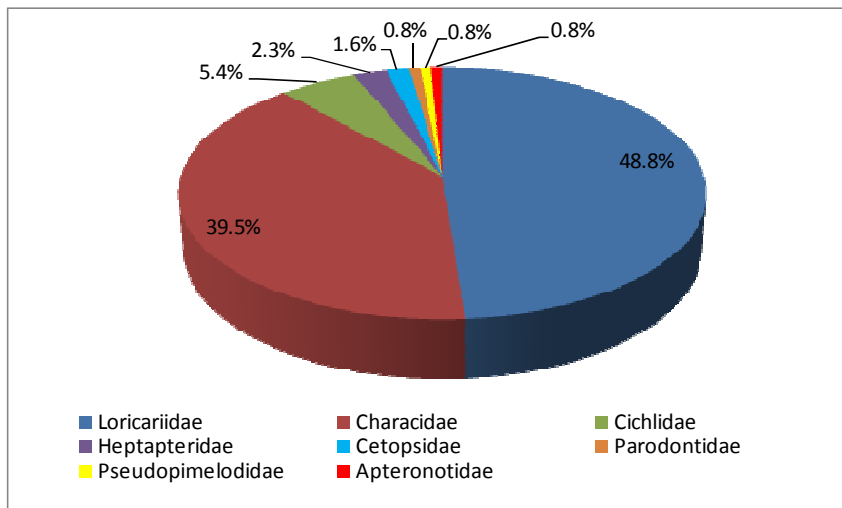
Figura 3-43. Abundancia relativa de los órdenes Characiformes, Siluriformes, Perciformes y Gymnotiformes en el área de estudio.



Fuente: Biodesa Ltda. Informe de trabajo de campo. Noviembre de 2010

En cuanto a las familias encontradas, la familia Loricariidae fue la más abundante (48.8%), seguida de las familia Characidae (39.5%) y Cichlidae (5.4%) (). Las demás familias presentaron valores menores al 2.3% y algunas fueron representadas solo por una especie.

Figura 3-44. Abundancia relativa de las familias encontradas en el área de estudio

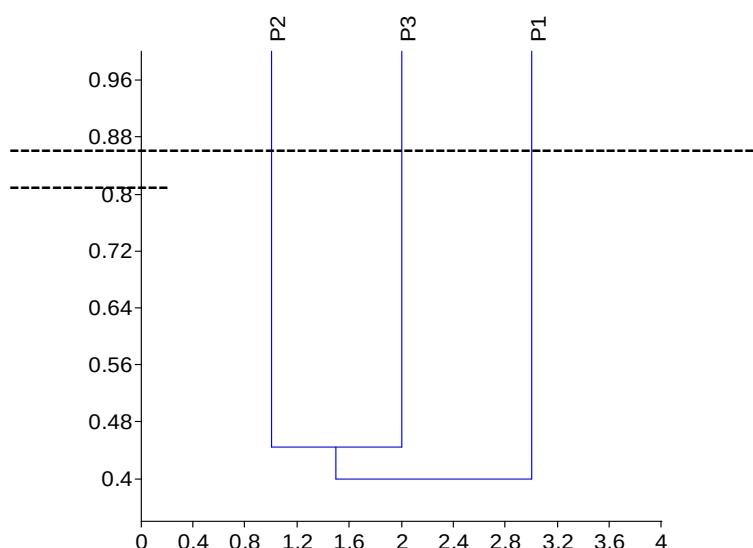


Fuente: Biodesa Ltda. Informe de trabajo de campo. Noviembre de 2010

Composición íctica:

En el análisis de clasificación usando el coeficiente de similitud de Bray-Curtis con un punto de corte de 85%, se observa heterogeneidad en los puntos de muestreo, lo cual indica que se agrupan indistintamente sin ningún patrón regular que determine hábitats similares en cada una de las estaciones (Figura 3-45).

Figura 3-45. Prueba de similitud Bray-Curtis para los 3 puntos de muestreo en el área de estudio



Fuente: Biodesa Ltda. Informe de trabajo de campo. Noviembre de 2010

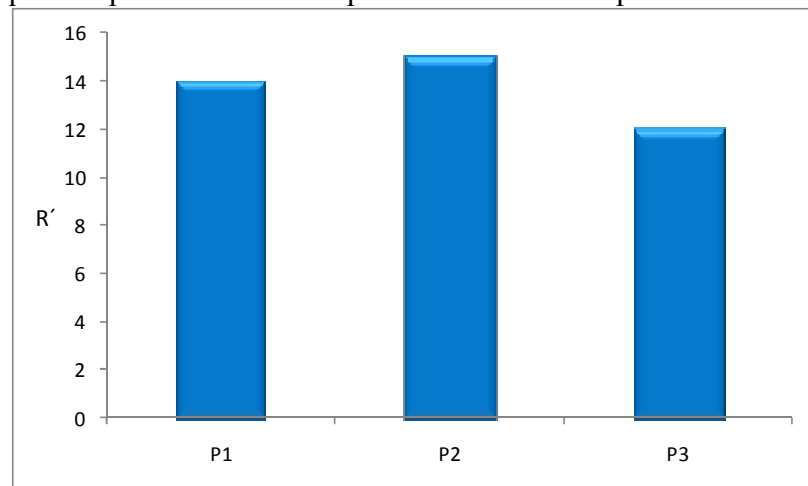
En cuanto a los demás índices ecológicos empleados para analizar la estructura de la comunidad íctica, se encontraron los siguientes resultados:

Riqueza específica (R). Durante este estudio se identificaron un total de 28 especies de peces (incluyendo 2 morfoespecies de la subfamilia Tetragonopterinae); el mayor número de especies fue hallado en el punto P2 con 15 especies, seguido del punto P1 con 14 especies y finalmente el punto P3 con 12 especies (Figura 9).

En el punto con mayor número de especies (P2), se encontraron 7 especies pertenecientes a la familia Characidae, como ya se mencionó anteriormente, las especies pertenecientes a la familia Characidae, presentan una enorme adaptabilidad a diferentes ambientes (Taphorn, 1992), lo cual podría explicar que este punto tenga la mayor riqueza.

Otra de las variables que posiblemente afectó los resultados, fue el régimen de lluvias, pues en los días en que se muestrearon los puntos P1 y P2, hubo un aumento en el nivel del agua, debido a fuertes lluvias locales que se presentaron durante esos días, lo cual pudo disminuir la eficacia de la pesca, pues al ser el río más caudaloso, se disminuye la probabilidad de captura, ya que la cantidad de mesohábitats disponibles para los peces pueden disminuir drásticamente; esto coincide con lo planteado por Winemiller *et al.* (2008) para peces de ríos tropicales, es decir, que la riqueza de estos disminuye proporcionalmente si hay una disminución de los mesohábitats.

Figura 3-46. Riqueza específica calculada para cada uno de los puntos de muestreo



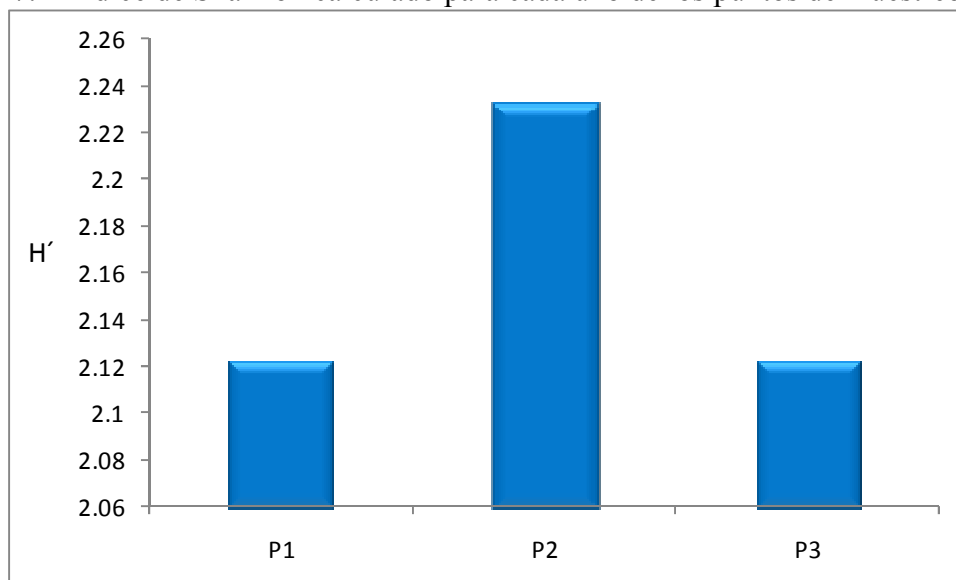
Fuente: Biodesa Ltda. Informe de trabajo de campo. Noviembre de 2010

Diversidad. La diversidad calculada con el índice de Shannon (H'), para cada uno de los puntos de muestreo señala al punto P2 con el valor más alto de diversidad (Figura 3-47). Como se mencionó anteriormente, el incremento en el nivel del agua del río Luisa pudo afectar en la disminución de la diversidad de los peces afectados por las razones expuestas.

La variación de la diversidad puede reflejar diferencias en la complejidad del hábitat debido a factores como profundidad, tipo de fondo, flujo, presencia de vegetación e incluso cambios

ocasionados por la intervención antrópica (Lasso, 1992). Es probable que el punto P2 presente mayor oferta alimenticia con ambientes ricos en materia orgánica y material alóctono. El ingreso de materia orgánica puede incrementar la productividad en un sistema acuático (Villa-Navarro *et al.*, 2007), lo cual se refleja en una mayor abundancia de especies oportunistas o generalistas, incrementando así la diversidad.

Figura 3-47. Índice de Shannon calculado para cada uno de los puntos de muestreo



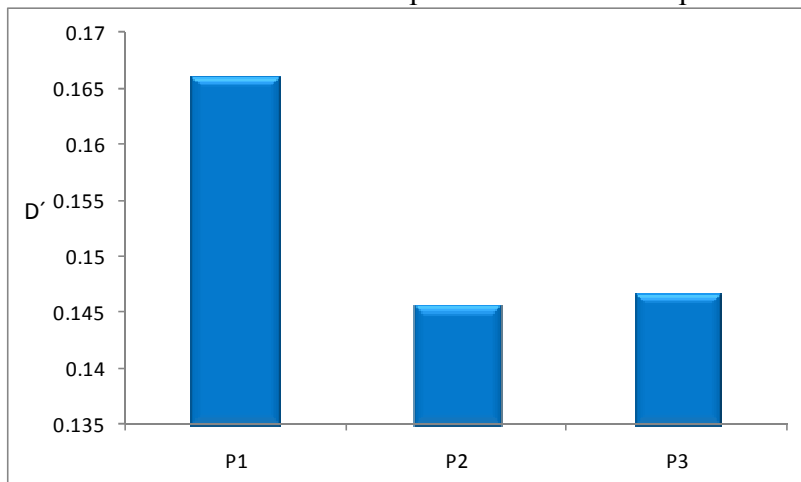
Fuente: Biodesa Ltda. Informe de trabajo de campo. Noviembre de 2010

Dominancia (D'). La dominancia calculada con el índice de Dominancia Simpson (D'), muestra que el punto P1 tuvo la mayor dominancia; esto puede ser explicado por la gran abundancia de la especie *Chaetostoma marginatum* (Loricariidae, Siluriformes) en este punto (Figura 3-48).

Es bien conocido que las especies pertenecientes al orden Siluriformes pueden adaptarse a ambientes sujetos a cambios periódicos en factores bióticos y abióticos (Moyle y Zech 2004), debido a esto es común encontrarlos en ambientes tropicales; además de ello presentan adaptabilidad a nivel trófico y esto permite su dominancia con respecto a especies pertenecientes a otros órdenes (Lowe-McConnell, 1975).

Encontrar altas abundancias de especies de hábitos bentónicos como es el caso de especies pertenecientes a la familia Loricariidae, puede estar relacionado además con el sustrato del microhábitat y la autotrofia del ecosistema (Lowe-McConnell, 1997 y Moyle, 2003). Adicionalmente, las especies pertenecientes a la familia Loricariidae, poseen adaptaciones morfológicas (placas dérmicas en el cuerpo, barbicelos como mecanorreceptores y una boca inferior a manera de ventosa) las cuales les permiten explotar diferentes recursos alimenticios y ser predadores de otros organismos como invertebrados acuáticos (Burgess, 1989; Moyle, 2003); debido a lo expuesto, estas especies resultan ser dominantes en ambientes como los que evaluamos en el presente estudio.

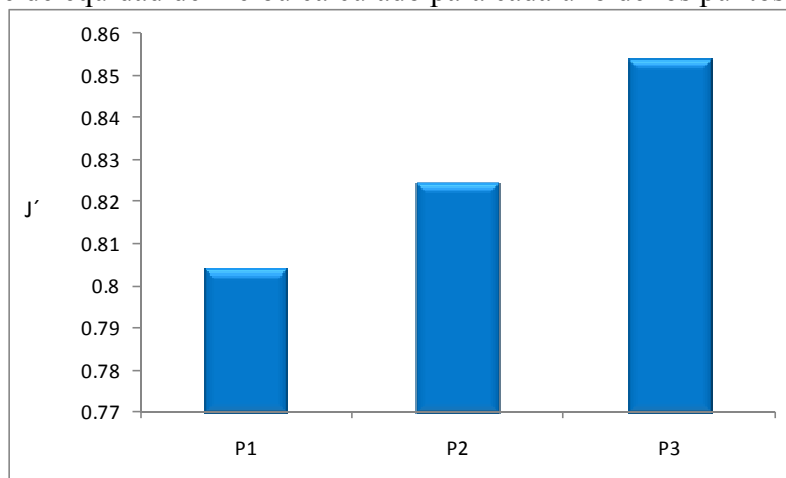
Figura 3-48. Índice de Dominancia calculado para cada uno de los puntos de muestreo



Fuente: Biodesa Ltda. Informe de trabajo de campo. Noviembre de 2010

Equidad (J'). La equidad calculada con el índice de Pielou (J'), muestra que el punto P3 es el que presenta una mayor equidad (Figura 3-49). Como es lo esperado, el índice de equidad presentó un patrón inverso al índice de dominancia, donde el valor más bajo se presentó en el punto P1, esto debido a la presencia de la especie dominante *C. marginatum*.

Figura 3-49. Índice de equidad de Pielou calculado para cada uno de los puntos de muestreo



Fuente: Biodesa Ltda. Informe de trabajo de campo. Noviembre de 2010

- **Macroinvertebrados**

El muestreo de macroinvertebrados se realizó en el municipio de San Luis, departamento del Tolima, dentro de la subcuenca del río Luisa, que pertenece a la cuenca del río Magdalena. Se definieron 3 secciones sobre el río, cada una con una longitud de 200 metros y sobre cada sección se ubicaron 3 puntos (P1, P2 y P3) (Tabla 3-38).

Tabla 3-38. Coordenadas planas de las estaciones de monitoreo de macroinvertebrados

Sistema: Magna Sirgas		Coordenadas		
Origen: Bogotá		Norte	Este	Altitud msnm
Monitoreo de aguas y sedimentos	P1	959778	887251	571
	P2	959636	886985	563
	P3	959970	887478	561

Fuente: Biodesa Ltda. Informe de macroinvertebrados bentónicos. Noviembre de 2010

Para la colecta de macroinvertebrados se utilizó una red tipo Surber de 30 x 30 cm, con 500 μ de ojo de malla. Durante el proceso, la red fue colocada a contracorriente y se removió el sustrato aguas arriba, sobre un área de 900 cm², cuidando de lavar en el interior de la manga piedras, troncos y raíces, elementos que son colonizados por los macroinvertebrados. Los sustratos más comunes en las áreas de muestreo fueron rocas de mediano y pequeño tamaño, arena y lodo (Foto 3-24).

Foto 3-24. Muestreo de macroinvertebrados



Fuente: Ibid

La colecta de macroinvertebrados se realizó en las 3 secciones de estudio. En cada punto se muestrearon cuatro zonas representativas del cuerpo de agua, localizadas en tramos diferentes de su sección transversal: remanso, margen con corriente, zona de deposición y orilla externa. Estas dos últimas áreas fueron seleccionadas en campo, por las condiciones particulares del río, que impidieron la colecta en áreas de umbral y raudal, y porque poseen hábitats disponibles para la colonización de macroinvertebrados. En cada una de ellas se tomaron tres réplicas, obteniendo 12 submuestras por punto de colecta, que sumaron en total un área de 1,08 m².

El material colectado fue fijado en solución Transeau (mezcla de alcohol, formol y agua) y tincionado con Rosa de Bengala, para facilitar la visualización en el laboratorio. Cada muestra fue empacada en bolsas de plástico de calibre grueso, rotulada y transportada al laboratorio para su análisis.

Durante el muestreo realizado en el río Luisa, en el mes de noviembre de 2010 (Foto 3-39), se colectaron en total 71 individuos, pertenecientes a 28 géneros, 21 familias, 10 órdenes, una clase y un phylum (Tabla 3-40).

Tabla 3-39. Puntos de colecta y zonas del río muestreadas

Punto de muestreo	Zonas del Río
P1	Remanso Margen con corriente Zona de deposición Orilla externa
P2	Remanso Margen con corriente Zona de deposición Orilla externa
P3	Remanso Margen con corriente Zona de deposición Orilla externa

Fuente: Biodesa Ltda. Informe de macroinvertebrados bentónicos. Noviembre de 2010

En el estudio, todos los individuos colectados pertenecieron al phylum Arthropoda y a la clase Insecta, que agrupó 10 órdenes.

El orden Díptera obtuvo una abundancia cercana al 53% y estuvo compuesto por tres familias, siendo Chironomidae (con dos morfogéneros) el grupo con la mayor abundancia del orden y del estudio (45%). Ephemeroptera agrupó el 27% de los individuos colectados, mientras que los ocho órdenes restantes acumularon menos del 6% de la abundancia relativa. El orden Ephemeroptera registró siete familias, destacándose entre ellas Ephemerellidae, con cerca del 13% de la abundancia. En conjunto, Chironomidae y Ephemerellidae sumaron el 58% de los individuos colectados, mientras que las restantes 19 familias obtuvieron valores de abundancia relativa menores al 6% (Figura 3-50 y Figura 3-51).

Tabla 3-40. Clasificación taxonómica de los individuos colectados en el Río Luisa

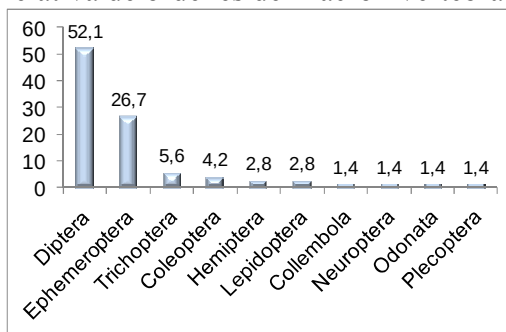
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	P1				P2				P3			
					Margen con corriente	Orilla externa	Remanso	Zona de deposición	Margen con corriente	Orilla externa	Remanso	Zona de deposición	Margen con corriente	Orilla externa	Remanso	Zona de deposición
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Curculionidae	Tanysphyrus sp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	Macrelmis sp.	0,0	0,0	0,0	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	Paracymus sp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Arthropoda	Insecta	Collembola	Hypogastruridae	Anurida	0,0	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Morfoespecie 1	55,6	11,1	22,2	22,2	0,0	11,1	11,1	22,2	22,2	44,4	11,1	0,0
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Morfoespecie 2	22,2	0,0	0,0	0,0	11,1	11,1	0,0	0,0	22,2	22,2	11,1	22,2
Arthropoda	Insecta	Diptera	Psychodidae	Clognia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1	0,0
Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	Simulium	0,0	0,0	0,0	0,0	22,2	11,1	11,1	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	Baetissp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1	0,0	0,0
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	Morfoespecie 5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1	0,0	0,0	0,0
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	Morfoespecie 6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1	0,0	0,0
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Ephemerellidae	Ephemerella	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,3	0,0
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Ephemerellidae	Morfoespecie 4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Ephemerellidae	Serratelasp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,2	0,0	22,2
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Ephemerellidae	Serratelasp 2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1	0,0	0,0
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Ephemeroptera*	Morfoespecie 7	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Heptageniidae	Macdunna sp	0,0	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Oligoneuriidae	Morfoespecie 3	0,0	0,0	0,0	11,1	0,0	0,0	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Polymitarcyidae	Campsurinae sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Tricorythidae	Tricorythode	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1	0,0
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Belostomatidae	Lethocerus	0,0	0,0	0,0	11,1	0,0	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Lepidoptera*	Morfoespecie 10	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Lepidoptera*	Morfoespecie 9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Arthropoda	Insecta	Neuroptera	Sisyridae	Climacia McLachlan	0,0	0,0	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Arthropoda	Insecta	Odonata	Zigoptera*	Morfoespecie 8	0,0	0,0	0,0	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Perlidae	Morfoespecie 11	0,0	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Polycentropodidae	Polyplectropus	11,1	0,0	0,0	0,0	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Rhyacophilidae	Rhyacophila Fuscula	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1	0,0	0,0	11,1

Fuente: Biodesa Ltda. Informe de macroinvertebrados bentónicos. Noviembre de 2010

En cuanto a la riqueza de géneros, Ephemeroptera obtuvo el mayor número (12), seguido de Díptera (4).

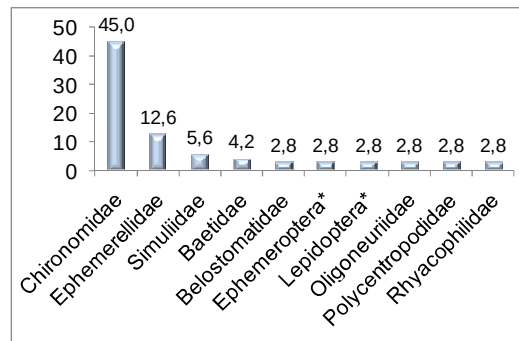
Teniendo en cuenta lo anterior, solo la familia Chironomidae obtuvo una abundancia significativa (45%), mientras que de las familias restantes (20), solo dos alcanzaron abundancias entre el 6% y el 13%. Las restantes 18 familias reportaron un porcentaje de individuos muy bajo (<4%) (Figura 3-51).

Figura 3-50. Abundancia relativa de órdenes de Macroinvertebrados



Fuente: Ibid

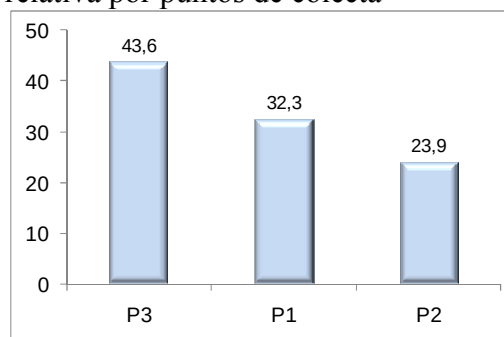
Figura 3-51. Abundancia relativa de familias de Macroinvertebrados



Fuente: Biodesa Ltda. Informe de macroinvertebrados bentónicos. Noviembre de 2010

Con respecto a la abundancia relativa de macroinvertebrados por punto de colecta, P3 registró una abundancia cercana al 44%, mientras que P2 y P1 obtuvieron entre el 24% y el 32% de los individuos colectados (Figura 3-52).

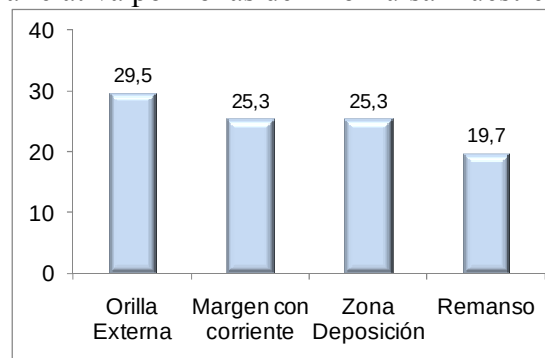
Figura 3-52. Abundancia relativa por puntos de colecta



Fuente: Ibid

Comparando la abundancia relativa de organismos entre zonas del río (colectadas en P1, P2 y P3), la mayor cantidad de individuos se registró en la orilla externa (30%), seguida de margen con corriente y la zona de deposición, ambas con un porcentaje similar (25,3%); la zona de remanso obtuvo la menor cantidad de organismos (20%) (Figura 4).

Figura 3-53. Abundancia relativa por zonas del Río Luisa muestreadas

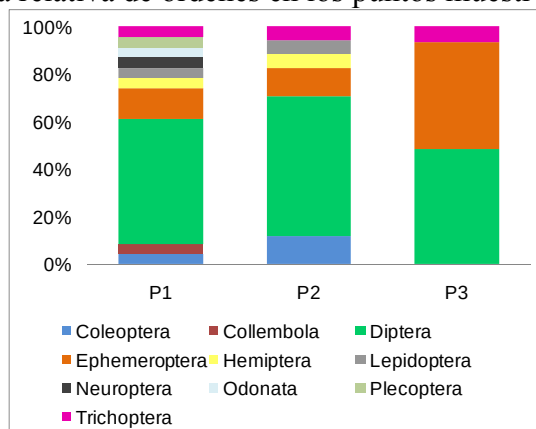


Fuente: Ibid

Una representación más detallada de la abundancia relativa a nivel de orden en cada uno de los puntos muestreados se presenta en la Figura 5. Los órdenes Díptera, Ephemeroptera y Trichoptera fueron hallados en todos los puntos de colecta. Díptera fue el orden dominante en P1, P2 y P3 con el 52%, 59% y 48% respectivamente; Ephemeroptera alcanzó cierta representatividad, pero su presencia solo fue significativa en P3, con el 45% de los individuos.

En cuanto a la riqueza por punto de colecta, P1 registró el mayor valor con 10 órdenes, le siguió P2 con seis y P3 con tres órdenes (Figura 3-54).

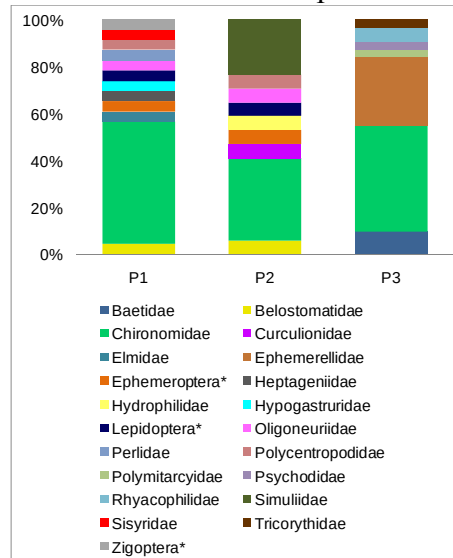
Figura 3-54. Abundancia relativa de órdenes en los puntos muestreados



Fuente: Biodesa Ltda. Informe de macroinvertebrados bentónicos. Noviembre de 2010

La abundancia del orden Díptera estuvo determinada por la familia Chironomidae, que fue dominante en P1, P2 y P3 con el 52%, 35% y 45% de los individuos colectados respectivamente; Simuliidae obtuvo una presencia significativa en P2 con el 23% y Ephemerellidae en P3, con el 29% de los registros (Figura 6).

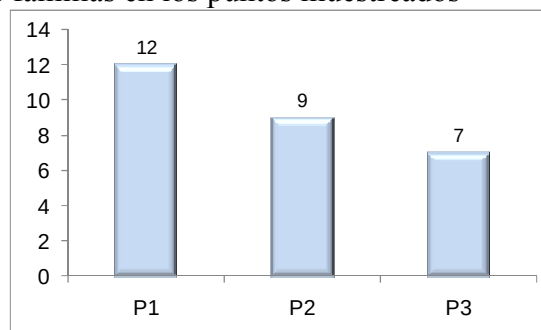
Figura 3-55. Abundancia relativa de familias en los puntos muestreados



Fuente: Biodesa Ltda. Informe de macroinvertebrados bentónicos. Noviembre de 2010

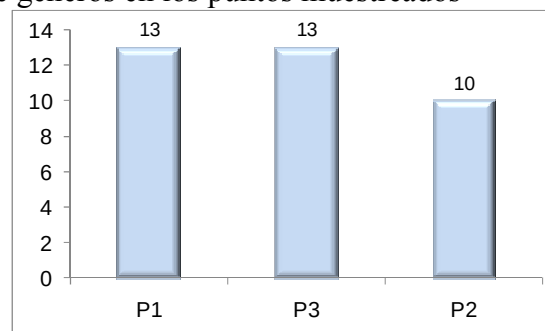
El punto de colecta P1 registró el mayor número de familias (12), seguido de P2 y P3, con 9 y 7 familias respectivamente. En cuanto al número de géneros, P1 y P3 obtuvieron el mayor valor (13), seguidos de P2 con 10 (Figura 3-56 y Figura 3-57).

Figura 3-56. Riqueza de familias en los puntos muestreados



Fuente: Ibid.

Figura 3-57. Riqueza de géneros en los puntos muestreados



Fuente: Ibid.

Los Dípteros, dominantes en este estudio, constituyen uno de los órdenes de insectos más complejos, abundantes y ampliamente distribuidos en el mundo. Tienen alta fecundidad, cortos ciclos de vida y continúa emergencia, adaptaciones que les permiten dispersarse fácilmente. Pueden colonizar múltiples ambientes, entre ellos ríos y arroyos, en donde participan en variadas cadenas tróficas, actuando como depredadores, detritívoros, herbívoros o comedores de perifiton (Jerez, 2006; Nolen, 2001; Rivera *et al*, 2008; Roldán & Ramírez, 2008; Smith, 2005; Ward, 1992).

Los Quironómidos, familia de Dípteros con mayor número de individuos en el estudio, son insectos particularmente abundantes en ecosistemas de agua dulce, con ciclos de vida cortos y rápido desarrollo. Hacen parte de los predadores-colectores, alimentándose de presas o procesando partículas de materia orgánica que extraen del bentos. Aunque habitan lugares orgánicamente enriquecidos, pueden colonizar un amplio rango de hábitats (Ward, 1992).

En cuanto al orden Ephemeroptera, se encuentra en casi todos los ecosistemas acuáticos, sin embargo, su mayor abundancia se registra en arroyos y ríos. Es característico de lugares con buena oxigenación, colonizando sustratos de piedra y arena, donde se alimenta principalmente de materia orgánica en descomposición, aunque algunas especies son carnívoras. Por su parte, los individuos del orden Trichoptera ocupan una gran diversidad de hábitats y constituyen un importante componente de las comunidades bénticas, contribuyendo significativamente a la cadena trófica de los ecosistemas fluviales. Se encuentran en casi todos los gremios alimenticios, siendo depredadores, trituradores, herbívoros y colectores (Jerez, 2006; Nolen, 2001; Rivera *et al*, 2008; Smith, 2005; Ward, 1992).

En los puntos de muestreo se colectaron macroinvertebrados bentónicos en zonas de remanso y deposición (áreas con baja velocidad de flujo), en margen con corriente (con una velocidad de flujo intermedio) y en la orilla externa del río, sector donde el agua se movilizaba con mayor velocidad.

Con el objeto de observar el comportamiento de los datos de abundancia, riqueza y diversidad de macroinvertebrados entre puntos de colecta, se agruparon las áreas muestreadas (remanso, margen con corriente, zona de deposición y orilla externa), de tal forma que cada punto, conformado por tres réplicas (cada una con 0,36 m²), sumara 1,08 m² de área colectada, así (Tabla 3-41):

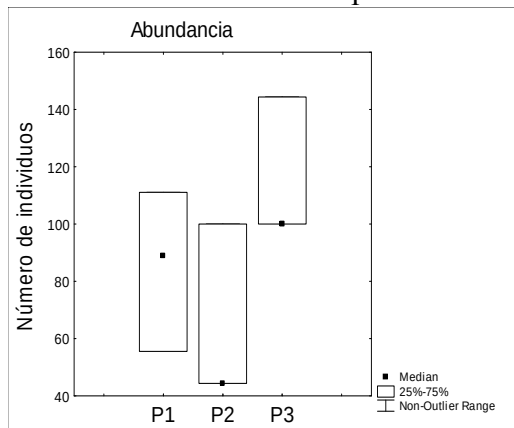
Tabla 3-41. Conformación de réplicas y puntos de colecta con las zonas del río muestreadas

Punto de muestreo	Zona del río	Área colectada (c/u 900 cm ²)	Réplica (c/u 0.36m ²)	No de réplica	Punto muestreo (c/u 1,08 m ²)
P1	Remanso (A)	1	A1, B1, C1, D1	Réplica 1	P1
		2			
		3			
	Margen con corriente (B)	1	A2, B2, C2, D2	Réplica 2	
		2			
		3			
	Zona de deposición (C)	1	A3, B3, C3, D3	Réplica 3	
		2			
		3			
	Orilla externa (D)	1	A3, B3, C3, D3	Réplica 3	
		2			
		3			
P2	Remanso (A)	1	A1, B1, C1, D1	Réplica 1	P2
		2			
		3			
	Margen con corriente (B)	1	A2, B2, C2, D2	Réplica 2	
		2			
		3			
	Zona de deposición (C)	1	A3, B3, C3, D3	Réplica 3	
		2			
		3			
	Orilla externa (D)	1	A3, B3, C3, D3	Réplica 3	
		2			
		3			
P3	Remanso (A)	1	A1, B1, C1, D1	Réplica 1	P3
		2			
		3			
	Margen con corriente (B)	1	A2, B2, C2, D2	Réplica 2	
		2			
		3			
	Zona de deposición (C)	1	A3, B3, C3, D3	Réplica 3	
		2			
		3			
	Orilla externa (D)	1	A3, B3, C3, D3	Réplica 3	
		2			
		3			

Fuente: Biodesa Ltda. Informe de macroinvertebrados bentónicos. Noviembre de 2010

La abundancia de los puntos P1, P2 y P3 fue sometida a un análisis de Kruskal - Wallis y con un p – valor de 0,188329, no se encontraron diferencias significativas entre puntos de colecta, hecho ratificado en el Box Plot complementario. El mayor valor de la mediana se encontró en P3 y el menor en P2 (Figura 3-58).

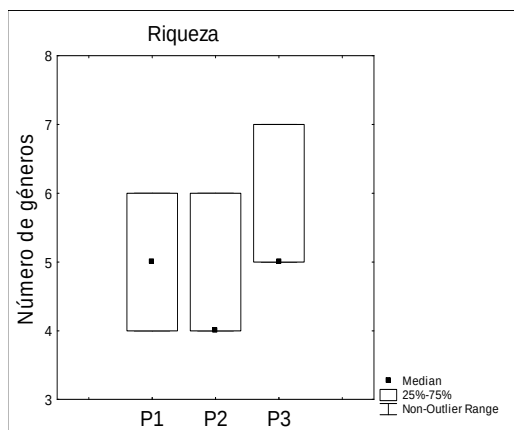
Figura 3-58. Box plot de la abundancia entre los puntos muestreados



Fuente: Biodesa Ltda. Informe de macroinvertebrados bentónicos. Noviembre de 2010

A la riqueza obtenida en los puntos de colecta se les aplicó un análisis de Kruskal Wallis, sin detectar diferencias significativas entre puntos, con un p – valor de 0,504249. Las mayores medianas se encontraron en P1 y P3 y la menor en P2 (Figura 3-59).

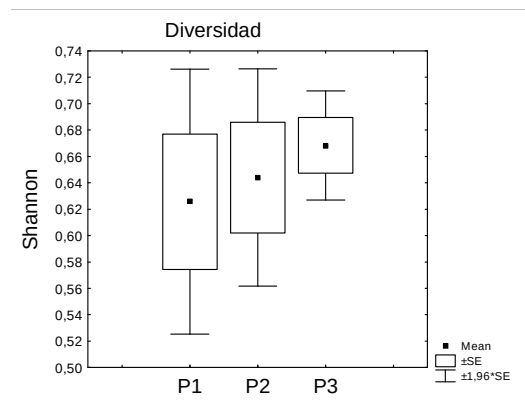
Figura 3-59. Box plot de la riqueza entre puntos muestreados



Fuente: Ibid

Los valores de diversidad encontrados en cada punto fueron sometidos a un análisis de varianza a una vía, sin detectar diferencias significativas entre puntos, con un p – valor de 0,7622. El mayor promedio se encontró en P3 y el menor en P1 (Figura 3-60).

Figura 3-60. Box plot de la diversidad entre puntos muestreados



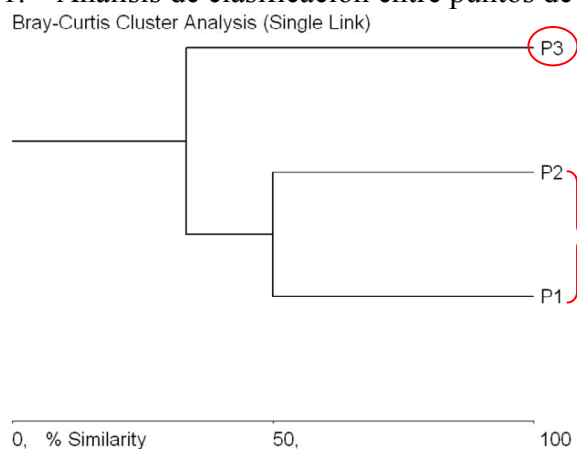
Fuente: *Ibid*

El hecho de no encontrar diferencias significativas en la abundancia, la riqueza y la diversidad entre puntos de colecta, puede deberse a que fueron ubicados de manera consecutiva sobre el mismo río, encontrándose similares condiciones para la comunidad bentónica en toda el área. El río en la zona de muestreo posee abundante vegetación riparia (con mayor cantidad en P2 y P3), sustratos arenosos y lodosos, pero con predominancia de rocas con variados tamaños.

En este sentido, según Bonada *et al* (2006), el grado de conectividad entre hábitats influencia la riqueza y diversidad encontrada, porque hay intercambio de materia, energía y organismos entre zonas y entre la totalidad del ecosistema fluvial.

Con un análisis de clasificación según de índice de disimilitud de Bray – Curtis y un nivel de corte del 45%, los puntos de colecta con mayor similitud fueron P1 y P2; P3 fue el punto más disímil (Figura 3-61).

Figura 3-61. Análisis de clasificación entre puntos de colecta



Fuente: *Ibid*

Los puntos de colecta P1 y P2 registraron en conjunto las familias Belostomatidae (género *Lethocerus*), Chironomidae (morfoespecie 1 y 2), Ephemeroptera* (morfoespecie 7), Oligoneuriidae (Morfoespecie 3) y Polycentropodidae (género *Polypsectopus*). Estos dos puntos solo compartieron con P3 la familia Chironomidae (*máxima resolución taxonómica para Ephemeroptera).

Según Bonada *et al* (2006), hay una alta similitud de taxa entre macrohábitats conectados hidrológicamente. Sin embargo, la gran diferencia en composición de familias y géneros entre el punto P3 con respecto a P1 y P2, puede estar relacionado con el aumento de caudal por lluvias en el río Luisa, un día antes de el muestreo en P3. Esta gran descarga pudo cambiar la composición de organismos en el área, colectando luego de la crecida, solo aquellos macroinvertebrados que pudieron resistir la gran velocidad de la corriente o que llegaron a la zona por deriva.

En P3 se encontraron las familias Baetidae (género *Baetis* sp, morfoespecie 5 y 6), Chironomidae (morfoespecie 1 y 2), Ephemerellidae (géneros *Ephemerella*, Morfoespecie 4, *Serratella* sp y *Serratella* sp 2), Polymitarcyidae (género *Campsurinae* sp), Psychodidae (género *Clognia*), Rhyacophilidae (género *Rhyacophila* *Fuscula*) y Tricorythidae (género *Tricorythode*).

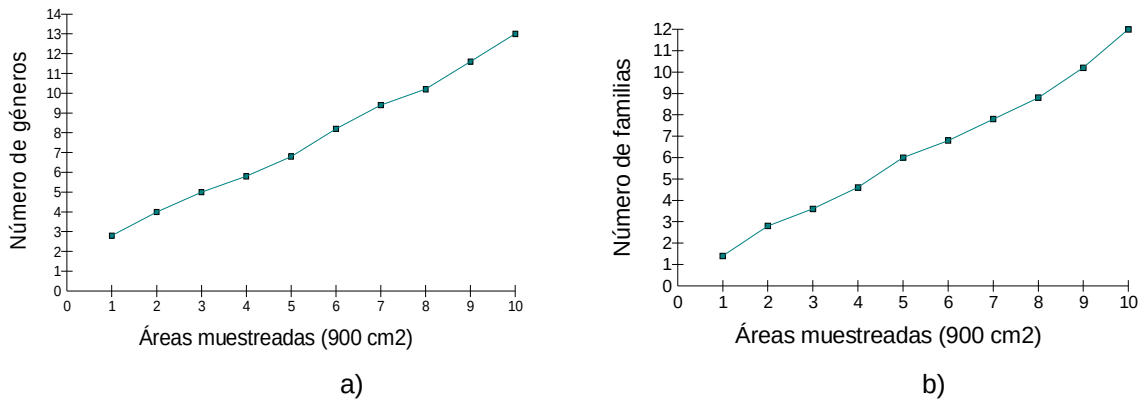
Según Baptista *et al* (2001), Bispo *et al* (2006), Principe & Corigliano (2006), Roldán & Ramírez (2008) y Silveira *et al* (2006), en ríos tropicales las lluvias juega un importante rol sobre la comunidad béntica. Altas precipitaciones incrementan la descarga, alterando la estructura de las comunidades, por disminución de la estabilidad y la disponibilidad de hábitats.

Contrario a lo encontrado en este estudio, Melo & Froehlich (2001) y Oliveira *et al* (1997), no detectaron cambios sustanciales en la composición de la comunidad bentónica luego de grandes incrementos de flujo, en ríos ubicados en la zona de Cerrado y en el sudeste de Brasil.

Con el fin de estandarizar la cantidad de áreas de muestreo necesarias para coleccionar un número representativo de géneros y familias en los estudios de macroinvertebrados, se realizaron las curvas de acumulación de géneros y familias para los tres puntos colectados en el río Luisa (P1, P2 y P3). Las muestras tomadas en cada punto sumaron un área de 1,08 m².

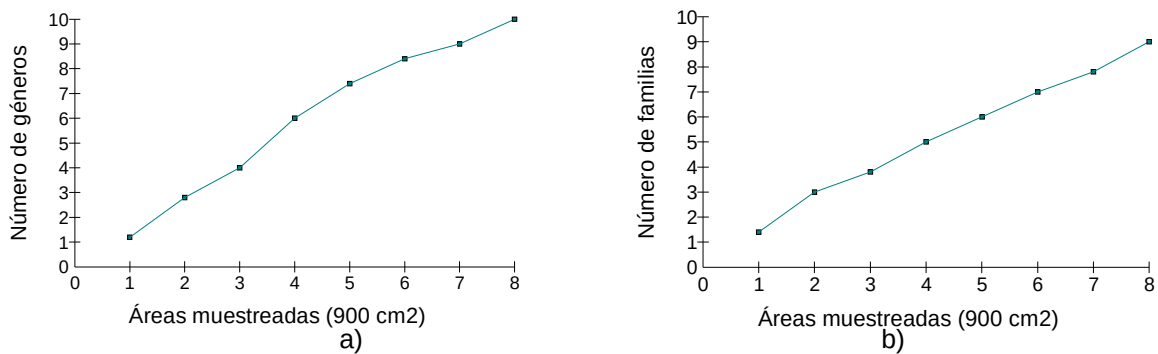
Las curvas de acumulación muestran que el número de géneros y familias en P1, P2 y P3 (a excepción de la curva de familias en P3), no alcanzó la cantidad suficiente para estabilizar la curva y por lo tanto no se colectó un número representativo de grupos en el área, hecho que implicaría un mayor esfuerzo de muestreo para mejorar la colecta. En este sentido, se debe tener en cuenta que la tendencias de estas curvas pueden variar por otras razones, incluyendo el efecto de la estacionalidad, la diversidad beta (el grado de reemplazo de especies a través de gradientes ambientales), el método de captura, la actividad diaria de los organismos, los rangos variables de distribución de las especies, los cambios fenológicos, entre otros (Figuras 18, 19 y 20).

Figura 3-62. Curva de acumulación de géneros (a) y familias (b) en el punto 1 P1



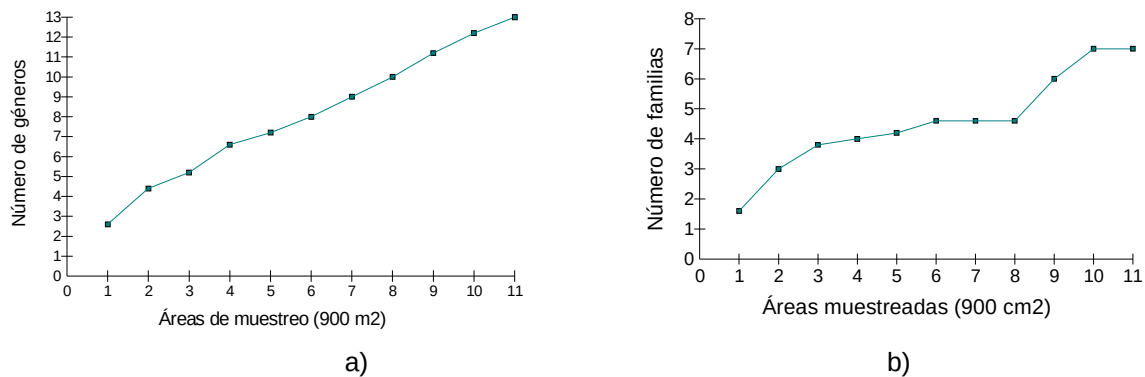
Fuente: Biodesa Ltda. Informe de macroinvertebrados bentónicos. Noviembre de 2010

Figura 3-63. Curva de acumulación de géneros (a) y familias (b) en el punto 2 P2



Fuente: Ibid

Figura 3-64. Curva de acumulación de géneros (a) y familias (b) en el punto 3 P3



Fuente: Ibid

3.4 MEDIO SOCIOECONOMICO

3.4.1 Lineamientos de Participación

Este proyecto ha sido presentado oficialmente a la alcaldía de San Luis, a propósito de la actualización del Esquema de Ordenamiento Territorial, con el fin de averiguar la vocación del sitio donde se construirá la planta cementera. El resultado es que en la zona de interés, hay una franja de terreno que ha sido clasificada en el nuevo EOT, como de uso industrial, por lo cual, no se presenta ningún conflicto entre la planta y la vocación del suelo.

3.4.1.1 Área de Influencia Indirecta (AII)

Área de influencia indirecta: El área de influencia indirecta la conforma el municipio de San Luis, debido al uso de infraestructura social tal como vías, que hará el proyecto tanto en su etapa de construcción como de operación. De igual forma la relación que se establece entre el proyecto y la alcaldía, debe ser una relación de largo plazo, pues la planta será un factor generador de empleo para el municipio, de recursos por ICA, de desarrollo, pues al ser declarada en el POT, el área de la planta y aledaña como área de uso industrial, es probable que con el tiempo otras industrias conexas lleguen a establecerse en la región, aprovechando los recursos allí disponibles. También se incluye en esta área de influencia indirecta, el municipio del Valle de San Juan y la vereda de El Dinde, debido a que el proyecto se desarrollará frente a esta vereda, separado de ella solamente por el río Luisa, por lo cual algunos de los impactos podrían ser sentidos en dicho territorio, tales como ruido, polvo o incremento de tráfico por algunas de sus vías.

3.4.1.2 Área de Influencia Directa (AID)

Área de influencia directa. El área de influencia directa la conforma la vereda de Caracolí, que pertenece al corregimiento de Payandé, debido a que esta población recibirá en primera instancia tanto los impactos positivos como negativos, tales como tránsito por las vías, generación de polvo, ruido, generación de empleo para mano de obra no calificada y con el tiempo para mano de obra tecnificada. La relación entre esta comunidad y la planta será también una relación de largo plazo, sustentada en una comunicación abierta y permanente y en los vínculos de solidaridad bidireccional, de forma que tanto la planta como la comunidad mantengan una relación gana – gana en el tiempo.

Ciudadanos y Comunidades Organizadas. En la zona, el esquema de organización comunitaria es la Junta de Acción Comunal, aunque se encuentran otro tipo de organizaciones sociales. A nivel municipal, se destaca la Asociación de Juntas de Acción Comunal.

Comunidades Étnicas. En la zona de incidencia directa no se encuentran asentadas comunidades étnicas.

3.4.2 Dimensión demográfica

3.4.2.1 Área de Influencia Indirecta (AII)

Historia del poblamiento. En 1700 José de Guzmán y Arce llega con los primeros esclavos negros a la zona, mas tarde el hacendado Chapetón Luis Gutiérrez hace el montaje de una gran hacienda al parecer la de Contreras, que después pasa a ser propiedad de Luis Caicedo y Flórez. Esta hacienda es centro de atracción para el establecimiento de numerosas personas que poco a poco van conformando un poblado con el nombre de Rincón de Contreras al que más tarde se llamó San Luis. En el año de 1780 los señores Francisco Villanueva, Pedro Velásquez y Nicolás de Herrera, con el propósito de fundar el pueblo, compran el terreno a Juan Ignacio Gutiérrez de Celis según consta en la Notaría I de Ibagué y fijaron como fecha de fundación el 9 de octubre de 1780. La existencia de canteras y su potencial de explotación para producción de materiales de construcción y otros usos, es uno de los elementos que ha permitido el poblamiento y desarrollo de la región. En la Foto 3-25 se presenta el parque del municipio de San Luis:

Foto 3-25. Parque central del municipio de San Luis



Fuente: Trabajo de campo. Noviembre de 2010.

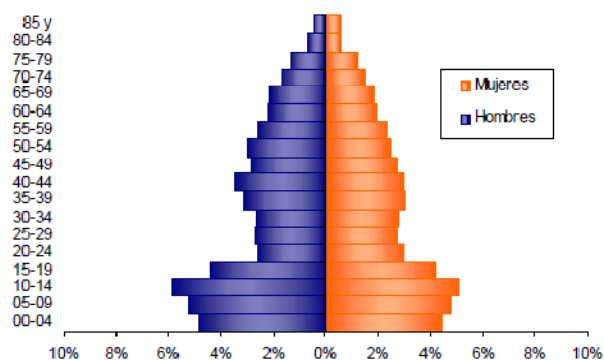
Composición demográfica. Al 2005, época del último censo realizado por el DANE, la población total del municipio de San Luis era de 13.436 personas, de las cuales el 48.1% eran mujeres y el resto hombres (Figura 3-66). De esta población, el 30.26% es menor de 15 años y el 12% es mayor de 65 años. La pirámide poblacional presenta irregularidades en los grupos etáreos entre los 20 y los 40 años, tanto para el género femenino como masculino, es decir, se presenta un déficit de población en estos rangos. Llama la atención también, la disminución de

la población en los rangos entre 0 y 15 años, lo cual se puede inferir, por el déficit arriba mencionado que coincide con la población en edad fértil.

Tabla 3-42. Composición demográfica por grupos de edad Municipio San Luis

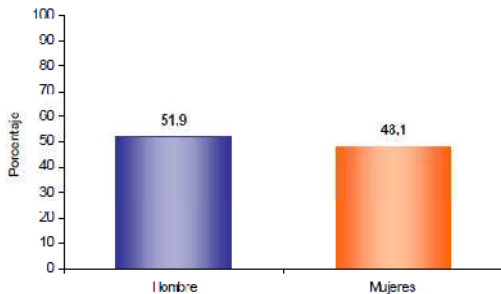
Grupos de edad	Hombre	Mujer	Total
0 a 4 años	651	595	1,246
5 a 9 años	707	647	1,354
10 a 14 años	789	678	1,467
15 a 19 años	595	559	1,154
20 a 24 años	350	402	752
25 a 29 años	360	364	724
30 a 34 años	356	371	727
35 a 39 años	421	403	824
40 a 44 años	465	401	866
45 a 49 años	388	365	753
50 a 54 años	408	334	742
55 a 59 años	347	321	668
60 a 64 años	293	258	551
65 a 69 años	287	248	535
70 a 74 años	220	203	423
75 a 79 años	178	164	342
80 años o más	154	154	308
Total	6,969	6,467	13,436

Figura 3-65. Pirámide poblacional Municipio San Luis



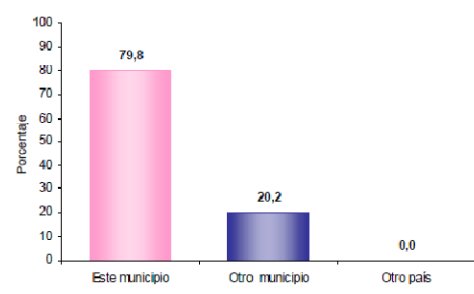
Fuente. DANE. Censo 2005

Figura 3-66. Distribución de la población por sexo Municipio San Luis



Fuente. DANE. Censo 2005

Figura 3-67. Distribución de la población por lugar de nacimiento Municipio San Luis



La Figura 3-67 nos muestra que el 79.8% de la población es nacida en el municipio. Este indicador nos habla del arraigo y la pertenencia, así como de cultura, entendida como las costumbres y tradiciones de un grupo humano que se identifica por nacimiento con su comunidad.

Tabla 3-43. Información Sisben por nivel Municipio San Luis

Cabecera				
1	2	3	4 y más	Total
3.282	888	41	0	4.211
Centro poblado				
1	2	3	4 y más	Total
1.395	1.237	60	0	2.692
Rural Disperso				
1	2	3	4 y más	Total
6.797	1.148	69	4	8.018
Total por Nivel Sisbén				Total general
1	2	3	4	
11.474	3.273	170	4	14.921

Fuente. SISBEN. Nov. 2009

Por otra parte, las cifras nacionales del SISBEN a Noviembre del 2009, muestran que el total de los afiliados en el municipio asciende a 14.921 personas, de las cuales la mayor parte se localizan en el área rural y de forma dispersa (Tabla 3-43).

Densidad poblacional. En el año 2.000, según Censo del Hospital Serafín Montaña, se tiene que la densidad poblacional es de 0,40 Hab/Ha, presentando la cabecera municipal una densidad poblacional de 78,47 Hab/Ha y el centro poblado de Payandé de 43,06 Hab/Ha. La zona rural tiene una extensión total de 41.229 Ha y una densidad de 0,21 Hab/Ha.⁵

Crecimiento poblacional. Es de anotar que el DANE presenta cifras diferentes entre la población del 2005 y la población que para ese mismo año sirve a los cálculos de crecimiento poblacional al 2010 y al 2020, con diferencias hasta de 6000 personas aproximadamente. En todo caso, la información de proyección de crecimiento poblacional del DANE, muestra una población estable, es decir no crece y por el contrario, tiene una ligera disminución en el transcurso de 15 años (2005 a 2020) pues pasa de 19.262 a 19.105 personas. En la Figura 3-68 se muestra la información de censos y de proyecciones de crecimiento poblacional que aparece en el Esquema de Ordenamiento Territorial del 2001.

Figura 3-68. Población por censos y proyección demográfica Municipio San Luis

AÑOS	CABECERA	RURAL	TOTAL
1995	3.440	13.817	17.257
1996	3.513	13.782	17.295
1997	3.587	13.743	17.330
1998	3.660	13.707	17.367
1999	3.735	13.671	17.406
2000	3.810	13.634	17.444
2001	3.885	13.598	17.483
2002	3.961	13.560	17.521
2003	4.036	13.523	17.559
2004	4.111	13.483	17.594
2005	4.185	13.438	17.623

Fuente. Esquema de ordenamiento territorial 2001.

Localización de la población. Podría decirse que es un municipio netamente rural pues el 27.18% de la población se encuentra ubicada en la cabecera municipal y el resto en el área rural. La población del municipio en la zona rural se encuentra distribuida en 39 veredas (Figura 3-69). Las mayores poblaciones se presentan en las veredas Guacimito (614 habitantes), Malnombre (563 habitantes), Luisa García (561 habitantes), Limonar (324 habitantes), Guadalajara (326 habitantes), El Salitre (338 habitantes), Tomogó (307 habitantes) y Tomín (307 habitantes); menor concentración en las veredas San Anastasio 32 habitantes, Jagua Bartolito con 65 habitantes, San Antonio (84 habitantes), La Cañada (85 habitantes) y La Laguna (95 habitantes).⁶

5 Esquema de ordenamiento territorial 2001

6 Esquema de ordenamiento territorial. 2001

NBI. El índice de Necesidades Básicas Insatisfechas total del municipio es de 47.95%, correspondiendo al área urbana el 36.91% y al área rural el 52.07%

PEA. La población económicamente activa mayor de 12 años es de 28.64% en la cabecera y del 13.64% en el resto del municipio. Este indicador para el área rural es muy bajo, pues se entiende que el 86.36% de la población depende económicamente del 13.64%. Sin embargo, haciendo cálculos de total de población mayor de 15 años y menor de 64 años en todo el municipio, tenemos un 57.74% de población en edad de trabajar.

Desplazamiento. Las cifras oficiales de desplazamiento, de la Presidencia de la República nos muestran que a diciembre del 2009, el municipio había recibido 101 personas en calidad de desplazadas e informaba sobre 1.111 personas expulsadas, por razones de violencia.

Figura 3-69. División política y población por vereda Municipio San Luis

N°	VEREDAS	POBLACIÓN			(%)
		HOMBRES	MUJERES	TOTAL	
1	PAYANDE	38	42	80	0,91
2	EL PORVENIR	82	51	133	1,52
3	EL SALITRE	156	182	338	3,86
4	EL HOBO	100	74	174	1,98
5	SANTA ISABEL	125	125	250	2,85
6	LA LAGUNA	46	49	95	1,08
7	CARACOLI	103	109	212	2,42
8	LA FLOR	119	90	209	2,38
9	JAGUA FLOR	112	166	278	3,17
10	JAGUA BARTOLITO	29	36	65	0,74
11	CONTRERAS	136	122	258	2,94
12	PARAGUAY	120	113	233	2,66
13	EL PUÑO	83	130	213	2,43
14	TOMIN	177	130	307	3,50
15	CHIGUALI	115	82	197	2,25
16	LOS CIRUELOS	120	105	225	2,57
17	SAN CAYETANO	99	88	187	2,13
18	PIEDRAS BLANCAS	65	58	123	1,40
19	GUACIMITO	287	327	614	7,00
20	BUENOS AIRES	57	65	122	1,39
21	CAMPOALEGRE	84	68	152	1,73
22	CAIMITAL	79	85	164	1,87
23	SAN ANTONIO	43	41	84	0,96
24	PATIO BONITO	63	33	96	1,10
25	GALLEGO	80	70	150	1,71
26	TOMOGÓ	148	159	307	3,50
27	LA MESETA	76	64	140	1,60
28	LA CANADA	50	35	85	0,97
29	SAN ANASTACIO	14	18	32	0,37
30	PRIMAVERA	144	109	253	2,89
31	PEDREGAL	90	74	164	1,87
32	SANTA LUCÍA	154	140	294	3,35
33	GUADALAJARA	164	162	326	3,72
34	LUISA GARCÍA	288	273	561	6,40
35	LA AURORA	117	123	240	2,74
36	CORDIALIDAD	158	135	293	3,34
37	LIMONAR	162	162	324	3,70
38	DINDAL	126	99	225	2,57
39	MALNOMBRE	296	267	563	6,42
TOTAL		4.505	4.261	8.766	100,00

Fuente. Esquema de ordenamiento territorial. 2001

Área de influencia indirecta – Municipio de Valle de San Juan

Historia del poblamiento. Los sitios de ocupación prehispánicos (antes de la conquista) se ubicaron sobre pequeños abanicos de vertiente, desde los cuales dominaron el paisaje y permitieron tener una observación permanente de sus referentes geográficos como el nevado del Tolima, la cordillera Central y el valle medio del río Magdalena, lo cual permite deducir relaciones culturales y comercio con comunidades del valle del Magdalena y el sur occidente del país. Algunos historiadores creen que fue fundado en 1702, sin que se tengan datos exactos relacionados con su creación; en la administración del Presidente Don DIEGO CORDOBA LASSO DE LA VEGA. Existía en la región un caserío de aborígenes llamado ITAIMA perteneciente a un Poblado PANCHE que fue perfilándose como una Aldea de gran significación e importancia en la campaña de Pacificación y de Conquista Española. Los españoles, conocedores de la riqueza de oro de estas tierras, se fueron estableciendo allí como Colonos, en busca de refugio ya que los panches no daban tregua a los moradores de Santa Rosa (Suárez), la que habían tenido que abandonar. Pertenecía a la Provincia de Mariquita del Virreinato de Santa Fe de Bogotá, fue lugar de visitas y residencia de JOSE CELESTINO MUTIS, durante la Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada. Entre 1777 y 1778 el sabio MUTIS volvió a la Real Mina del Sapo dedicándose al estudio de la flora y la fauna regionales habiendo reportado y descrito minuciosamente 420 especies de plantas y más de 80 especies de animales. En 1729 fue terminado el templo que hoy existe siendo Párroco el Presbítero, JUAN DE LA HERRERA, al cual debe su nombre. Una piedra con inscripción Colonial que aún se conserva en el Templo, dice que se hizo esta obra en 1729, siendo Cura interino Don JUAN DE LA HERRERA, pero se ignora si se refiere al Templo mismo o al Atrio. En todo caso hay documentos que demuestran que el Templo fue terminado en 1729. Elevado a la categoría de Distrito según Ley 42 del 7 de Agosto de 1884, que en su Artículo 5o. dice "Erígese en Distrito la Aldea del Valle, con el caserío de Cuellar, Payandé o la Mina" que le fue agregado por Decreto No. 150 del 2 de Noviembre de 1882. En 1860, como consecuencia de nuestras fatídicas guerras, la población fue casi totalmente destruida por un voraz incendio, perdiendo así su categoría de Distrito por el de simple aldea, como se desprende del Decreto Ejecutivo No. 650 del 13 de octubre de 1887; Decreto que fue derogado por el No. 70 de 1889

Foto 3-26. Alcaldía del municipio del Valle de San Juan



Fuente: Fotografía tomada por Araújo Ibarra & Asociados S.A.

El municipio de Valle de San Juan se encuentra dividido en área urbana, la cual no cuenta con comunas; y área rural, que consta de 17 veredas y un centro poblado llamado la Manga. El área urbana de Valle de San Juan está dividida en 3 barrios: La Quinta, El Centro y Pueblo Nuevo. El área rural del municipio está compuesta de un centro poblado llamado La Manga, y 17 veredas (Tabla 3-44).

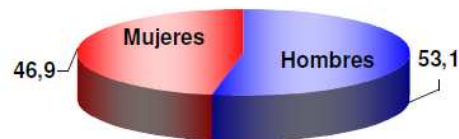
Tabla 3-44. División política del municipio Valle de San Juan

Vereda	Vereda	Vereda
Hijo del Valle	Buena vista Alta	Imán
Cabuyal	Dinde	Tasajeras
Agua Clara	Capote	Guasimito
Buena Vista Baja	Tierras Blancas	San Jacinto
Buena Vista Alegría	Neme	Santa Rosa
Sedalia	Vallecito	

Fuente: Secretaría de Planeación Municipal de Valle de San Juan

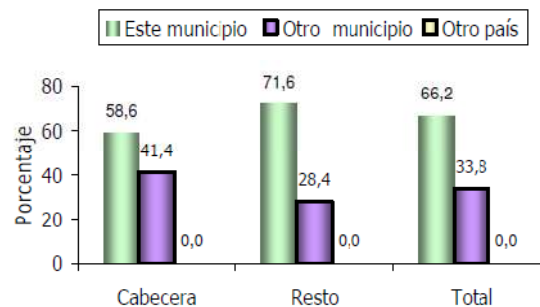
55 a 59 años	160	119	279
60 a 64 años	137	103	240
65 a 69 años	117	77	194
70 a 74 años	92	75	167
75 a 79 años	69	54	123
80 años o más	61	52	113
Total	3,256	2,875	6,131

Figura 3-72. Población por sexo Municipio Valle de San Juan



Fuente. DANE. Censo 2005

Figura 3-73. Distribución de la población según lugar de nacimiento del Municipio Valle de San Juan



Fuente. DANE. Censo 2005

En cuanto al origen de la población, la Figura 3-73 muestra que el 66.2% de la población es nacida en el municipio y el 33.8% proviene de otros municipios. Aunque no es un porcentaje muy alto, de todas formas se muestra que al municipio tiene una alta movilidad poblacional. Por otra parte, el SISBEN a noviembre del 2009, reportaba un total de 6.103 personas inscritas en todos los niveles, lo cual muestra que aún hay población sin registrar en este sistema (Tabla 3-46).

Tabla 3-46. Información Sisben por nivel Municipio Valle de San Juan

Cabecera				
1	2	3	4 y más	Total
2.149	442	50	0	2.641
Centro poblado				
1	2	3	4 y más	Total
241	40		0	281
Rural Disperso				
1	2	3	4 y más	Total
2.785	334	49	13	3.181
Total por Nivel Sisbén				Total general
1	2	3	4	
5.175	816	99	13	6.103

Fuente. SISBEN. Nov. 2009

Crecimiento poblacional. El DANE de acuerdo con sus proyecciones de crecimiento poblacional, supone para el año 2005 una población de 6.255 personas y para el año 2020 una población de 6.443 personas, lo cual muestra un crecimiento lento, debido principalmente a su cercanía con la ciudad de Ibagué, a donde se moviliza la población en busca de mejores oportunidades labores y de mejor calidad de vida.

Localización de la población. El 40.61% de la población habita en el casco urbano, lo cual implica que la mayoría de la población aún es rural. Sin embargo se han dado movimientos hacia el casco urbano y hacia la ciudad de Ibagué debido, entre otras cosas, a la búsqueda de mejores oportunidades, pero también a la presencia de grupos armados en las áreas rurales.

NBI. El índice de Necesidades Básicas Insatisfechas es del 48.74%, correspondiendo a la cabecera el 37.31% y al resto el 56.55%. Es un índice alto si se piensa que el promedio de la nación es del 27% aproximadamente. Quiere decir que en el área rural, el 56.55% de la población carece de al menos un servicio público o social.

PEA. La población económicamente activa, mayor de 12 años es del 29.44% en la cabecera y del 24.02% en el área rural. Sumados estos porcentajes, nos da un resultado similar al porcentaje de población en edad de trabajar que obtuvimos anteriormente, tomando los rangos de edad entre los 15 y los 65 años.

Desplazamiento. El municipio reporta 75 personas recibidas en calidad de desplazamiento provenientes de otros municipios y departamentos. De igual forma reporta 451 personas expulsadas hacia otros municipios y departamentos. El saldo da un resultado negativo, por lo cual este fenómeno no está generando presiones adicionales en los servicios públicos y sociales del municipio.

Área de influencia indirecta – Vereda El Dinde

Historia del poblamiento. Según datos hallados en estudios del año 2000 sobre una prospección arqueológica en el Valle San Juan, este era un municipio pluriétnico, pues las evidencias indican que habitaban en esta región múltiples comunidades de diferentes familias lingüísticas. Aunque no se tiene conocimiento de quién exactamente fue quien fundó la vereda, se sabe que El Dinde, llamado así por la cantidad de árboles con éste nombre; era un terreno utilizado especialmente para grandes cultivos y la crianza de ganado. Comenta la gente de la vereda que poco a poco el terreno se fue parcelando por los mismos dueños del terreno (que para esa época era la Familia Feria), los cuales fueron vendiendo a las personas del pueblo y cercanas a la vereda. En la actualidad el territorio se conforma de parcelas familiares, fincas de recreo, fincas de ganado y algunos cultivos.

Composición demográfica. Los datos fueron tomados por la presidenta de la JAC de la Vereda El Dinde, la cual realizó un censo poblacional en los últimos meses para conocer más de cerca su vereda. La composición poblacional por grupos de edad se presenta de la siguiente manera:

Tabla 3-47. Composición poblacional por grupos etáreos Vereda El Dinde

GRUPOS ETÁREOS	POBLACION
0-10 años	36
11-17 años	29
18-28 años:	33
29-64 años	110
Mayores de 65 años	31
Total	239

Fuente. Trabajo de campo realizado por Araújo Ibarra & Asociados S.A. Noviembre 2010

Como vemos la vereda tiene un 27.19% de población menor de 17 años y un 12.97% mayor de 65. La población en edad de trabajar es del 59.84%. Sin embargo, la población comenta que la mayoría de esta última solo encuentra desarrollo en la ciudad de Ibagué, a donde se moviliza en busca de fuentes de empleo, estudio y comercio en general. Quienes se quedan, por lo regular obtienen sus ingresos del jornal diario por el trabajo en parcelas de fincas vecinas y de los productos que cultivan en sus terrenos. Las mayores fuentes de empleo son la Alcaldía y el Hospital. Aunque existen canteras cercanas a la vereda, la población no las toma como una fuente de empleo ya que no contratan muchas personas.

Desplazamiento. Aunque en los índices nacionales el departamento del Tolima ocupa el cuarto lugar como departamento expulsor, la vereda de El Dinde, de acuerdo con los comentarios de sus habitantes, no ha sufrido este problema.

3.4.2.2 Área de Influencia Directa (AID)

Vereda de Caracolí

Estas tierras eran pobladas en la antigüedad por indígenas de la etnia Pijao de la familia Cucuana. También era el sitio de cultivos y ganadería, pero poco a poco el territorio se fue parcelando y conformó lo que hoy es la vereda Caracolí. Los anteriores dueños de las tierras eran los miembros de la familia Feria, la cual en la actualidad conserva terrenos dedicados a la ganadería de doble propósito. Actualmente los dueños de los predios tienden a hacer casas de recreo y estaderos al borde de carretera a los cuales acuden los pobladores a pasar sus tiempos libres.

Foto 3-27. Zona central Vereda Caracolí



Fuente: Fotografía tomada por Araújo Ibarra & Asociados S.A.

Composición demográfica. La población total de la vereda la conforman aproximadamente 195 personas entre niños, jóvenes, adultos y ancianos de ambos sexos distribuidos como se presenta en la Tabla 3-48:

Tabla 3-48. Composición poblacional por grupos etáreos Vereda Caracolí

GRUPOS ETÁREOS	MUJERES	HOMBRES
0-10 años	19	21
11-17 años	17	20
18-28 años:	15	15
29-64 años	25	35
Mayores de 65 años	18	10
Total	94	101

Fuente. Trabajo de campo realizado por Araújo Ibarra & Asociados S.A. Noviembre 2010

El 39.48% de la población es menor de 17 años y el 14.35% es mayor de 65 años. La población en edad de trabajar la conforma el 46.17% de los habitantes. Los miembros de la JAC indican que no hay mucha población en la vereda en edad de trabajar, debido en gran parte a que encuentra empleo en Ibagué y en otros casos la mano de obra no calificada en ocasiones es utilizada por la planta cementera de Cemex. En su mayoría la gente se dedica al comercio de sus productos y al jornaleo además de dedicarse al cultivo de sus propias parcelas de tierra.

Desplazamiento. La comunidad no reporta eventos que hayan producido desplazamiento forzado de esta comunidad.

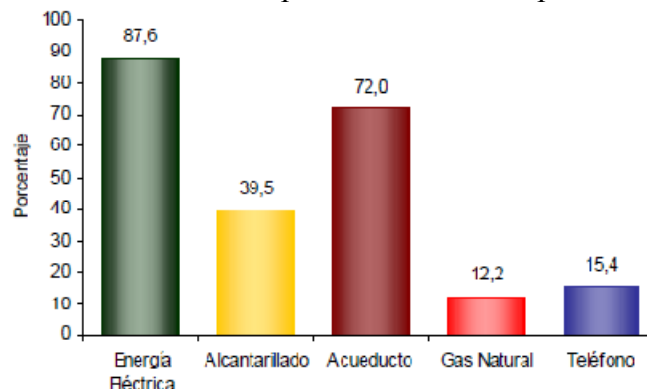
3.4.3 Dimensión espacial

3.4.3.1 Área de Influencia Indirecta (AII)

Municipio de San Luis

Servicios públicos. El municipio de San Luis tiene una aceptable cobertura de servicios de energía eléctrica, con el 87.6% y de acueducto con el 72% de la población. Se destacan las bajas coberturas de servicios de alcantarillado (39.5%), gas natural (12.2%) y telefonía fija (15.4%). La cobertura de servicios del Municipio se presenta en la Figura 3-74:

Figura 3-74. Cobertura de servicios públicos del Municipio de San Luis



Fuente. DANE. Censo 2005

Acueducto: El servicio de acueducto en la cabecera municipal es prestado por la Oficina de Servicios Públicos Domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado; también presta el servicio de agua tratada a una asociación comunitaria de usuarios de 10 veredas, mediante un acueducto regional y agua cruda a la asociación de usuarios de la vereda Contreras.

Este acueducto tiene como fuente de abastecimiento de agua la quebrada El Cobre, la cual tiene un caudal promedio de 80,00 L/seg, la bocatoma está construida en concreto ciclópeo, el estado es bueno y funciona normalmente. La conducción del agua de la bocatoma al desarenador se realiza por gravedad en tubería de P.V.C de 10", en un tramo de 233 m, la conducción del desarenador a la planta de tratamiento se realiza en tres tramos de longitudes de 3.575, 10.332 y 800 metros y diámetros de 10", 8" y 6" respectivamente también en tubería PVC. El desarenador tiene una capacidad de 32,00 L/seg, construido en concreto ciclópeo y en concreto simple, presenta buen estado de funcionamiento. El municipio cuenta con una planta de tratamiento convencional, con capacidad de 30,00 L/seg, la cual se encuentra funcionando y suministrando agua potable.

El almacenamiento de agua se efectúa mediante un tanque en concreto reforzado enterrado con capacidad para 580 m³, y se encuentra en buen estado. Para el suministro de agua se dispone de una malla de distribución primaria en tubería 1 ½", 2", 3", 4" y 6", en su mayor parte en PVC y algunos tramos en asbesto cemento, con una longitud de 11,4 Km, su estado es bueno. La conducción se hace en un tramo de 360 m a través de una tubería PVC de 8", su estado es bueno. La Oficina de Servicios Públicos no cuenta con macro medidores que le permitan medir, calcular, estandarizar y gestionar el abastecimiento de agua al sistema; sin embargo, en la actualidad se han instalado 624 medidores volumétricos. La Oficina de Servicios Públicos cuenta con programas de control de pérdidas, pero no se puede determinar en forma precisa las pérdidas físicas del sistema; tampoco cuenta con un programa de reposición de redes, carece de instrumentos de medición y control de niveles en los tanques de almacenamiento.

Cuenta con una cobertura del 100 % tanto en suministro como en redes, el número total de predios suscritos en la oficina de servicios públicos es de 946, beneficiándose aproximadamente 5.681 personas. El servicio se presta en la cabecera durante nueve (9) horas diarias, con una presión mínima de 10 m columna de agua.

La fuente de abastecimiento que es la quebrada El Cobre, presenta problemas de disminución significativa del caudal en épocas de verano.

- Acueducto Centro Poblado de Payandé, Veredas el Hobo y Santa Isabel. El servicio de acueducto es prestado por la Asociación Comunitaria de Usuarios del Acueducto Regional de Payandé, El Hobo y Santa Isabel. Este acueducto se abastece de agua de las quebradas Aguirre ubicada a 7,5 Km, Río Frío a 9 Km, y El Salto a 11 Km del centro poblado. La conducción de agua cruda desde las bocatomas a los desarenadores se realiza por gravedad. La conducción de los desarenadores a los tanques de almacenamiento, también se realiza por gravedad y en tubería PVC. El agua es almacenada en dos (2) tanques semienterrados, construidos en concreto reforzado. Este acueducto no cuenta con planta de tratamiento, el agua es tratada únicamente con cloro en los tanques de almacenamiento. La asociación no cuenta con instrumentos de medición ni en los tanques, ni en los inmuebles que reciben el servicio, por consiguiente, desconocen el caudal de agua suministrada. Las horas de servicio prestadas en el centro poblado de Payandé es de 12 horas al día, en las veredas El Hobo y Santa Isabel son las mismas horas, pero únicamente tres (3) días en la semana.

Cuenta con una cobertura del 100 % para el centro poblado de Payandé con un total de 697 usuarios beneficiarios y del 95 % en la parte rural, veredas El Hobo y Santa Isabel.

- *Acueducto Asociación Comunitaria de Usuarios:* Las veredas Contreras, Los Ciruelos, Guacimito, La Aurora, Caimital, Buenos Aires, Campoalegre, Pedregal, Luisa García, Santa Lucía y Primavera se benefician del acueducto urbano. Del tanque de almacenamiento del acueducto urbano sale una red de conducción a las once veredas; tiene una cobertura del 95 %. En la actualidad esta asociación cuenta con 517 suscriptores, el servicio se presta día por medio. La vereda Contreras se beneficia del acueducto urbano, pero recibe agua no tratada, con una cobertura del 95 %.
- *Acueducto Vereda Paraguay:* Ésta vereda se abastece de agua de la quebrada Diomate, de donde se captan 1,30 L/seg por gravedad; la captación se realiza mediante una bocatoma construida en concreto, posee desarenador en deficientes condiciones. Este acueducto no tiene planta de tratamiento, tiene una cobertura del 57%.
- *Acueducto Veredas San Cayetano y Piedras Blancas:* El acueducto de estas veredas se abastece de agua de la quebrada El Chunchullo, de donde se captan 11,50 L/seg por bombeo; está conformado por una bocatoma, desarenador en mal estado, línea de conducción, dos tanques de almacenamiento, funciona con una bomba eléctrica la cual se daña constantemente. Se encuentran matriculados 108 usuarios, pero se benefician 65 solamente, ya que la quebrada El Chunchullo presenta problemas debido a que el caudal ha disminuido en un 50 %.
- *Acueducto Vereda Gallego:* El acueducto de esta vereda se beneficia de agua de la quebrada Guadual, captando 5,00 L/seg por bombeo; la captación se hace mediante una bocatoma construida en concreto, no hay desarenador, la línea de conducción presenta problemas en la recámara porque se llena de aire, debido a que tres de las nueve ventosas están dañadas; posee un tanque de almacenamiento que distribuye el agua a las viviendas. Este acueducto no tiene planta de tratamiento, tiene una cobertura del 95%; presenta problemas en el nacimiento de la fuente de abastecimiento debido a deforestación y contaminación por la explotación de arcilla ferruginosa con destino a la fábrica de cemento.
- *Acueducto Vereda La Cañada:* Este acueducto se abastece de agua de la quebrada Castañal, de donde se captan por bombeo 4,00 L/seg; posee una bocatoma construida en concreto, no tiene desarenador, presenta una línea de conducción a un tanque de almacenamiento, no presenta red de distribución, las pocas viviendas que se benefician de este servicio, reciben el agua por medio de mangueras, tampoco posee planta de tratamiento, el estado general de la estructura es regular. La cobertura es tan solo del 30 %, por eso la comunidad viene implementando un proyecto para mejorar la infraestructura y prestación del servicio, consiste en la ampliación del tanque de almacenamiento y el establecimiento de una red de distribución que permite llevar el servicio a todas las viviendas.

- *Acueducto Veredas Caracolí, La Flor, Jagua Flor y Jagua Bartolito:* Estas veredas se benefician del acueducto de la vereda La Manga ubicada en el municipio de Valle de San Juan, acueducto que se abastece de agua de las quebradas La Liga y Pajarito; estas veredas toman 1,50 L/seg de un tanque de almacenamiento mediante una línea de conducción. La cobertura es del 90 % para el caso de las veredas Caracolí y La Flor, 80 % en la vereda Jagua Flor y 50 % en la vereda Jagua Bartolito, que es la que mayores problemas debido a que el servicio de agua es deficiente y la población se ve obligada a abastecerse de agua de la quebrada Bartolito.
- *Acueducto Veredas Tomín Y Chicualí:* Este acueducto tiene como fuente de abastecimiento de agua un pozo profundo de 73,00 m con un caudal de 6,0 L/seg, por el sistema de bombeo; posee tanque de almacenamiento y red de distribución. La cobertura es del 85 %, se encuentran matriculados 143 usuarios, de los cuales 120 reciben adecuadamente el servicio; el pozo profundo presenta problemas porque su caudal ha disminuido y está afectando la prestación del servicio; además el costo de energía para hacer funcionar la bomba es alto.
- *Veredas Sin Acueductos:* Las veredas El Salitre, El Porvenir, La Laguna, El Puño, Tomogó, La Meseta, San Anastasio, Guadalajara, Patio Bonito, San Antonio, Limonar, Cordialidad, Dindal y Malnombre, no poseen sistemas de acueducto comunal. En estas veredas los habitantes suplen sus necesidades de agua en forma individual mediante tomas directas con mangueras de las quebradas La Resaca, Limoncito, Quimbayita, Guamalito, La Laguna, Chipalo, El Santuario, Yarumal y Pavá o con aljibes para el abastecimiento de agua, los cuales presentan problemas de contaminación por heces fecales.
- *Alcantarillado.* El servicio de alcantarillado es prestado en la cabecera municipal por el municipio a través de la Oficina de Servicios Públicos. El sistema de alcantarillado es de tipo combinado, con un registro de 368 suscriptores; dispone para la operación del sistema de 28 sumideros para la recolección de las aguas lluvias, actualmente funciona normalmente. Para la recolección y conducción de aguas residuales se cuenta con tuberías de asbesto - cemento en una longitud de 1.100 m, su estado es regular, también dispone de 28 pozos de inspección. Existe una cobertura del 100 % en redes locales, con relación a suscriptores la cobertura es del 43 % con un promedio de 368 suscriptores. De las 980 viviendas que posee la cabecera municipal, 861 disponen del servicio de alcantarillado, 89 utilizan pozo séptico y 30 viviendas vierten las aguas residuales a campo abierto; para el manejo de excretas, 950 viviendas cuentan con inodoro y/o taza sanitaria y 30 no poseen ningún dispositivo.

El municipio dispone de un sistema de tratamiento primario compuesto por trampas de sedimentación, rejillas, lechos de secado de lodos y campo de infiltración, el cuál presenta problemas. Un tratamiento secundario compuesto por una laguna de estabilización facultativa secundaria y una laguna de maduración, además se cuenta con caseta de vigilancia y

operación. Con este sistema, se trata aproximadamente el 40 % de las aguas residuales producidas en la cabecera municipal, el porcentaje restante es dispuesto finalmente a campo abierto a través de tres (3) vertimientos sin ningún tipo de tratamiento,

De las 650 viviendas que posee el centro poblado de Payandé, 550 cuentan con el servicio de alcantarillado para la disposición final de aguas residuales, 90 disponen de pozos sépticos y 110 vierten las aguas residuales a campo abierto. Para la disposición de excretas, 525 viviendas cuentan con inodoro o taza sanitaria, quince (15) disponen de letrinas y ciento diez (110) no poseen ningún tipo de sistema.

En ninguna de las veredas del municipio se ha construido sistema de alcantarillado, por consiguiente para la disposición final de las aguas residuales domésticas se cuenta con un total de 1.515 pozos sépticos, de los cuales 1.460 están conectados a inodoros y 55 a letrinas; las veredas La Flor, Jagua Bartolito y San Antonio presenta una cobertura menor del 50 % con pozos sépticos, las demás veredas presentan una cobertura mayor del 70 %.

En el área rural existen 356 viviendas que vierten las aguas residuales a campo abierto, estas se encuentran ubicadas en las veredas El Salitre (7), EL Hobo (10), Santa Isabel (9), La Laguna (1), Caracolí (6), La Flor (29), Jagua Flor (10), Jagua Bartolito (12), Paraguay (12), Contreras (11), Los Ciruelos (13), Buenos Aires (5), El Puño (20), Tomín (29), Chicualí (15), San Cayetano (4), Piedras Blancas (1), Guacimito (23), Campoalegre (9), Caimital (11), San Antonio (14), Patio bonito (6), Gallego (8), Tomogó (22), La Meseta (2), La Cañada (8), Primavera (9), Pedregal (1), Santa Lucía (4), Luisa García (5), Cordialidad (9), Limonar (3), Dindal (10) y Malnombre (8).

Manejo de residuos sólidos. Este servicio es prestado directamente por el municipio a través de la Secretaría de Planeación, con personal eventual a contrato únicamente en la cabecera municipal y el centro poblado de Payandé con una cobertura del 95 %. Según la caracterización de desechos sólidos efectuado por la alcaldía municipal, la mayor fuente de producción de desechos sólidos en el área urbana, provienen del sector domiciliario, seguido del barrido de calles y áreas públicas, generando residuos como plásticos, papeles y hojas de árboles; la plaza de mercado genera material orgánico, el pabellón de carnes huesos, el hospital Serafin Montaña genera residuos como jeringas, gasas, tarros, droga vencida y demás material de curación; almacenes y entidades oficiales que generan papel carbón y archivo, papelería, plásticos, vidrio y latas. Mediante este estudio se determinó que la producción per-capita de desechos sólidos domiciliarios y extra domiciliarios es de 0,45 Kg/habitante/día.

El proceso de recolección de residuos sólidos domiciliarios se efectúa en una volqueta del municipio, con una frecuencia de una vez por semana, con un recorrido por día de 10 Km en la cabecera municipal y de 4,5 Km en el centro poblado de Payandé. La producción es de aproximadamente 20,3 toneladas por semana, de las cuales son recogidas solo el 89 %; el 11 % restante, son dispuestas en los patios de las viviendas o en lotes sin construir. Las calles de la localidad son barridas una vez a la semana, exceptuando el parque principal que se barre todos los días.

Para la disposición final de los residuos sólidos generados en la cabecera municipal, estos se llevan al municipio de Ortega donde hay un relleno sanitario aprobado. En la Tabla 3-49 se observa el manejo dado a los residuos sólidos según el DANE, tanto para la cabecera como para el área rural.

Tabla 3-49. Manejo de los residuos sólidos en el Municipio de San Luis

Cabecera	Casos	%
La recogen los servicios de aseo	877	85.81
La entierran	3	0.29
La queman	126	12.33
La tiran en un patio, lote, zanja	14	1.37
La tiran en un río, caño, quebrada, laguna	1	0.10
La eliminan de otra forma	1	0.10
Total	1,022	100.00
Resto	Casos	%
La recogen lo servicios de aseo	639	24.15
La entierran	78	2.95
La queman	1,735	65.57
La tiran en un patio, lote, zanja	113	4.27
La tiran en un río, caño, quebrada, laguna	7	0.26
La eliminan de otra forma	74	2.80
Total	2,646	100.00

Fuente. DANE. Censo 2005

Energía eléctrica. En la cabecera el servicio de energía eléctrica es prestado por la Electrificadora del Tolima S.A., ELECTROLIMA. La red está conectada a la planta generadora de la ventana Chicoral y de allí a un transformador reductor localizado en el centro poblado de Payandé que reduce de 115 Kilovoltios a 13,2 KV. La cobertura del servicio es del 95 %. En la cabecera municipal se presentan problemas para la prestación del servicio de energía por caídas de tensión, debido a la distancia del transformador reductor y el calibre de los cables conductores.

El servicio de energía en el área rural es prestado también por la Electrificadora del Tolima S.A., ELECTROLIMA. Las veredas El Hobo, Caracolí, La Flor, Jagua Bartolito, Contreras, Chicuali, Tomín, San Cayetano, Piedras Blancas y Gallego presentan una cobertura del 95 %; la vereda Buenos Aires posee una cobertura del 93 %; las veredas El Porvenir, Jagua Flor, El Puño, Los Ciruelos, San Antonio, Caimital, Primavera, Santa Lucía, La Aurora, Limonar y Dindal presentan una cobertura del 90%, las veredas Campoalegre y Pedregal presentan una cobertura del 85 %; las veredas Luisa García, Malnombre, Guacimito y Tomogó presentan una cobertura del 80 %, la vereda Guadalajara presenta una cobertura del 70 % y la vereda El Salitre con una cobertura del 50 %; las demás veredas no poseen servicio de energía eléctrica. Las veredas Patio Bonito, La Meseta, La Cañada y San Anastasio no poseen servicio de energía eléctrica.

Telefonía. El servicio de telefonía en la Cabecera Municipal es prestado por la Empresa de Telecomunicaciones TELECOM, con un total de 660 líneas telefónicas, de las cuales 574 se encuentran en funcionamiento. En el Centro Poblado de Payandé, el servicio se presta a través de señal microondas. El servicio de telefonía en el área rural es prestado por medio de la central telefónica del Espinal, beneficiando las veredas Caracolí, con 12 usuarios, Guacimito con 12 usuarios y Limonar con 18 usuarios. La vereda Luisa García recibe este servicio desde la central telefónica del Guamo, por medio de un SAI que beneficia a toda la vereda. Las veredas Paraguay, Tomogó y Tomín hacen uso de la telefonía inalámbrica, o en el caso de la vereda Tomogó, utiliza el sistema de tarjeta prepago a través de un teléfono instalado en una vivienda. Este sistema presenta problemas debido a que el teléfono se encuentra en una residencia y también porque hacen falta constantemente estas tarjetas. Las demás veredas del municipio no poseen este servicio. En todo caso, las deficiencias en la telefonía fija, son suplidas por la telefonía móvil.

Comunicaciones. Las emisoras más escuchadas según su orden de frecuencia son La Voz del Tolima, Amor Estéreo, Rumba Estéreo, La Vallenata y Tropicana Estéreo. El municipio no cuenta con emisora local. En cuanto a televisión la mayoría de la población sintoniza los canales nacionales; solo algunos habitantes cuentan con el servicio de señal de parabólica. En el centro poblado de Payandé, la población tiene preferencia por las emisoras de la Voz del Tolima, Ecos del Combeima, Caracol AM, La Vallenata, Rumba Estéreo y Tropicana Estéreo. En la Zona Rural, el medio de comunicación más utilizado es la radio, las emisoras de mayor sintonía son la Voz del Tolima, Ecos del Combeima, La Voz de Los Pijaos, La Vallenata y Tropicana Estéreo.

Gas. La cabecera municipal, el centro poblado de Payandé y en la mayoría de las veredas del municipio, la población se beneficia del servicio de gas propano mediante la distribución que realiza las empresas distribuidoras de gas. La cobertura de población que utiliza este sistema es de aproximadamente del 65 % para la cabecera municipal, un 60 % para el centro poblado de Payandé y un 40 % para el área rural.

Servicios sociales.

Salud. El municipio cuenta con el Hospital Serafín Montaña, de Nivel I, ofrece servicios de consulta externa médica general, control de crecimiento y desarrollo, control de planificación familiar, control prenatal, laboratorio clínico, servicios de odontología, servicio para el tratamiento de T.B.S., Leishmaniasis, Lepra, CA Cérvico Uterino, control de enfermedades de Transmisión sexual, farmacia y electrocardiograma. El servicio de urgencias comprende consulta médica, nebulizaciones, suturas, lavado de oídos y ojos, extracción de uñas, inyectorología, curaciones y colocación de yesos.

Foto 3-28. Ambulancia del Municipio de San Luis



Fuente: Fotografía tomada por Araújo Ibarra & Asociados S.A.

En hospitalización se cuenta con cuatro (4) salas las cuales poseen un total de diez (10) camas, para la atención de parto, habitación para hombres y mujeres, maternidad, pediátrica y legrados; con una ocupación promedio de nueve (9) pacientes y tres (3) egresos por mes. Para la movilización de pacientes se cuenta con dos ambulancias, las cuales se encuentran en buen estado y dotadas con equipos específicos y especiales; también se cuenta con dos vehículos tipo campero utilizados para la movilización de personal del hospital en las brigadas de salud que se realizan mensualmente en el área rural.

El Hospital también ofrece servicios de promoción y prevención mediante charlas programadas a escuelas y colegios, cursos de educación continuada a madres embarazadas, planificación familiar, programas de fluorización, consulta médica a niños de 1 a 14 años para desparasitación, visitas de saneamiento ambiental, toma de muestras de control y vigilancia de la calidad del agua, control, vigilancia y funcionamiento del alcantarillados en urbano y rural. Ofrece también la inspección sanitaria de higiene localizada, inmunización de animales, control de vectores, control y vigilancia de establecimientos de riesgo de producción, depósito y expendio de alimentos y realización de exámenes de laboratorio en pacientes con patologías sujetas a vigilancia epidemiológica estricta, tales como sarampión, rubéola, hepatitis, cólera y dengue hemorrágico.

El Hospital atiende en forma directa a la totalidad de la población de la cabecera municipal y a la que se encuentra en el área rural mediante brigadas de salud las cuales se realizan mensualmente. La población rural cercana a municipios vecinos busca la prestación del servicio en los municipios de El Guamo, Saldaña, Rovira e Ibagué.

Para la atención del servicio de salud, en el centro poblado de Payandé cuenta con el Centro de Salud Serafín Montaña, que ofrece los servicios de consulta externa de medicina general, control de crecimiento y desarrollo a niños menores de 14 años, control prenatal, control de planificación familiar y control de enfermedades de transmisión sexual. Este centro cuenta con una sala de urgencias, dos (2) camas en servicio para observación, sala de partos, un consultorio y una droguería. También ofrece los servicios de promoción y prevención mediante charlas programadas al colegio y escuelas del corregimiento, cursos de educación a madres embarazadas y toma de muestras para laboratorio y droguería. Para el ofrecimiento de

los anteriores servicios tanto en el hospital como en el centro de salud se cuenta con un laboratorio clínico y unidad odontológica. Existen además, 6 puestos de salud cerrados (debido a la entrada en vigencia de la reglamentación de las IPS públicas).

Los promotores poseen un nivel intermedio de educación en salud, por lo que solamente prestan en la zona rural los servicios de vacunación, promoción y prevención de enfermedades, pequeñas curaciones y seguimiento a pacientes, por lo que la atención y el control adecuado de enfermedades debe realizarse a en el Hospital, situación que para algunas veredas apartadas como La Meseta, San Anastasio, El Porvenir y El Salitre se constituyen en una problemática debido al estado de las vías.

La población vinculada al sistema general de seguridad social en el municipio es de 6.744 personas que corresponden al 38 % del total de la población y se distribuye así:

- En el régimen contributivo se encuentran afiliadas 1.565 personas.
- En el régimen subsidiado se encuentran afiliadas 5.719 personas.

Morbilidad: Las primeras causas de morbilidad que afectan a los habitantes del municipio están relacionadas con la enfermedad diarreica aguda (EDA), infecciones respiratorias agudas (IRA), hiperactividad bronquial (HRB).

Analizadas las cifras por grupos etáreos se observa que la enfermedad diarreica aguda (EDA), la insuficiencia respiratoria aguda (IRA) y la hiperactividad bronquial (HRB), se presentan en un número mayor de casos en niños menores de un año, de 1 a 4 años, de 5 a 14 años, incluso en el grupo de 45 a 59 años, pero presentándose en menor proporción en el grupo de 60 años y más. Las enfermedades de la piel se presentan en todos los grupos etáreos, el mayor número de casos se reportan en los grupos menores de un año y de 5 a 14 años. Mientras las enfermedades hipertensivas (HTA) se presentan en los grupos de 15 a 44 años, 45 a 59 años y 60 años y más.

Enfermedades como la bronquitis, se presenta en un número mayor de casos en los grupos de 1 a 4 años y 60 años y más; el asma bronquial se presenta en los grupos de 5 a 14 años y de 15 a 44 años con el mayor número de casos; la bronconeumonía y bronquitis en el grupo de 1 a 4 años registra el número más alto de casos.

Mortalidad: Las principales causas de mortalidad en el municipio son debido a la insuficiencia respiratoria aguda (IRA), enfermedades Hipertensivas (HTA), paro respiratorio, paro cardiaco; seguidas por otras causas como la Anemia, Diabetes Mellitus, arma de fuero, cáncer (cerviz, seno, próstata y gástrico), insuficiencia renal, fracturas del fémur y laceración cerebral con un caso.

Educación. En el municipio existen cuatro Instituciones Educativas con sus respectivas sedes como se muestra en la Tabla 3-50 y la población matriculada en la Figura 3-75:

Tabla 3-50. Instituciones educativas San Luis

Institución educativa	Sedes
San Luis Gonzaga	San Luis Gonzaga
	Esc Urb de Niñas
	Esc Urb de Varones
	Ospina Pérez
	Caimital
	Tomogo
	Paraguay
	Contreras
	El salado
	Los ciruelos
	Chicuali
Caracoli	Caracoli
	Jagua Flor
	La Flor
	Santa Isabel
San Miguel	San Miguel
	Payandé
	El Porvenir
	El Salitre
Técnica comercial San Juan	San Juan Bosco
	La Aurora
	Guasimito Buenos Aires
Bosco	El Limonar
	Piedra Blanca
	Luisa García
	Santa Lucía
	Cordialidad
	Guadalajara
	San Cayetano
	Centro Educativo Pico de oro alto
	La Meseta
	Varsovia
	Gallego
	La Cañada
	Primavera
	Pedregal
	Campoalegre

Fuente. Plan de Desarrollo 2008 -2011

Figura 3-75. Población matriculada Municipio San Luis

EDUCACIÓN	2003	2004	2005	2006	2007
Preescolar	112	235	203	231	231
Primaria	982	1.538	1.099	1.574	1.545
Secundaria	1.830	1.760	1.235	1.293	1.282
TOTAL	2.924	3.533	2.537	3.098	3.058

Fuente, Plan de Desarrollo 2008 -2011

La oferta educativa de nivel superior en el municipio, está limitada. Las ciudades cercanas que brindan oferta son Ibagué, Espinal, Girardot, con instituciones como la Universidad del Tolima, con PROGRAMA profesionales y tecnológicos presenciales y a distancia. La Universidad de Ibagué, La Universidad Cooperativa, La Universidad Nacional Abierta y a Distancia –UNAD-. Las instituciones educativas del municipio de San Luis en el año 2006 lograron el nivel de desempeño medio. La modalidad del bachillerato de las instituciones educativas es el académico. Una muestra de las instituciones educativas educativas se presenta en las Foto 3-29 y Foto 3-30:

Foto 3-29. Escuela del corregimiento Payandé



Foto 3-30. Institución educativa del Municipio de San Luis



Fuente: Fotografías tomadas por Araújo Ibarra & Asociados S.A.

Respecto al Censo DANE 2.005, del total de los habitantes del municipio, el 25.59%, corresponde a población estudiantil matriculada para la vigencia 2.008. Para la vigencia 2.008 la Población estudiantil total es de 3.439 personas. El 6.28% corresponden a preescolar, 44.28% son de primaria y 49.43% son de básica secundaria. El número de docentes para los 3.439 estudiantes matriculados en establecimientos educativos en 2.008, es de 145 en el municipio de San Luis. Esto nos indica que por cada docente en el municipio hay un promedio de 23 estudiantes. El DANE en el censo del 2005 reporta que el 48.2% de la población alcanza el nivel de básica primaria y el 24.3 el de básica secundaria. De igual forma, reporta que el 79.9% de la población es alfabeta (Figura 3-78). En cuanto a la asistencia a una institución educativa, reporta que el 88.3% de la población entre 6 y 10 años asiste al colegio y que entre 11 y 17 años también lo hacen.

Figura 3-76. Asistencia escolar Municipio San Luis

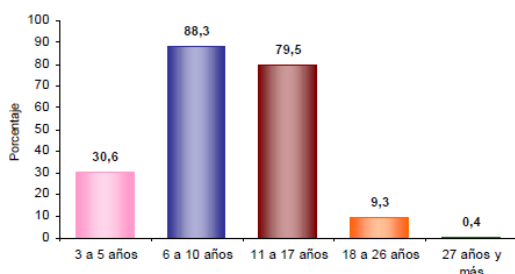


Figura 3-77. Nivel educativo Municipio San Luis

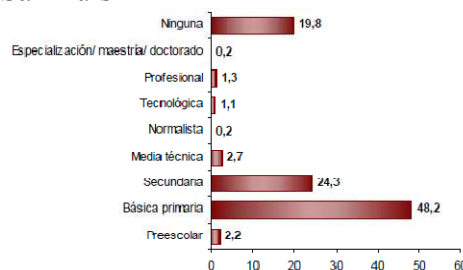
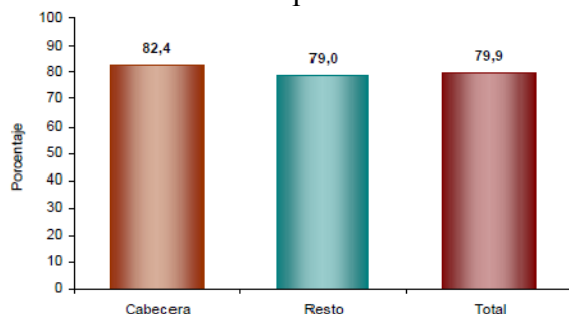


Figura 3-78. Tasa analfabetismo Municipio San Luis



Fuente. DANE 2005

Deporte y recreación. Para la realización de eventos deportivos, el municipio cuenta en la cabecera municipal con una cancha de fútbol, un polideportivo central, dos canchas de baloncesto, dos polideportivos, uno en la escuela urbana de varones y otro en la escuela de niñas y una cancha múltiple El Edén. El centro poblado de Payandé cuenta con dos canchas de fútbol y un polideportivo. En el área rural se dispone de diez polideportivos ubicados en las veredas El Porvenir, El Salitre, La Flor, Guacimito, Gallego, Santa Lucía, Luisa García, Guadalajara, Dindal y Malnombre.

Vivienda. En la zona rural el déficit no es alto debido al desplazamiento de sus habitantes hacia los centros poblados. Como característica tipológica principal, la vivienda de la cabecera municipal y del centro poblado de Payandé presenta falencias por la apropiación espacial de lotes de un cuarto de manzana que se subordinaban a una retícula de damero español que se fue elongando a lo largo de la vía o calle real en donde además de las casas más grandes se jerarquizaba también de acuerdo a la clase de sus habitantes, estas manzanas cerraron sus frentes dejando vacíos al interior de las mismas siendo utilizados para la disposición de basuras y como establo de animales. Posteriormente se observó el fraccionamiento de los predios que llevó a hacer que la mayoría de estos fueran de poco frente con respecto a su fondo, distorsionando la concepción espacial inicial, dándole solo una función comercial que choca con la tradición y la tipología de una vivienda de tierra cálida con grandes alturas, patio central y ventilación cruzada; solo quedan pocos ejemplos alrededor de plaza principal.

Se observa un déficit cualitativo por la necesidad de reubicar cinco (5) casas por encontrarse localizadas en zona de amenaza por remoción en masa en la cabecera municipal. En la

cabecera municipal y en el centro poblado de Payandé se presenta un conflicto de uso generado por el estado de las fachadas de las viviendas, su falta de uniformidad y la apropiación indebida del espacio público sobre las vías principales, que se han convertido en comercio. En los barrios periféricos por su concentración, y en los barrios más recientes por falta de previsión y diseño, presentan falencias en el equipamiento colectivo y la conformación del espacio público. Además es latente la falta de asesoría técnica y control parte de los entes municipales en el momento de efectuarse las construcciones de vivienda, lo cual se manifiesta en construcciones improvisadas sin contemplación de las normas técnicas y componente estructural por falta de normatividad, dando una división de perfil de manzana y de predios similar a una colcha de retazos, sumado a la falta de planificación de un tejido urbano ordenado y jerarquizado donde las vías solo cumple el papel de conectividad.

La vivienda de San Luis presentan en su mayoría la siguiente descripción: Es una vivienda de un piso con patios, sus pisos son en cemento afinado y suelo cemento, sus muros son en ladrillo común de arcilla y bloque de cemento y las cubiertas en teja de zinc y estructura en madera. Su ornamentación en su mayoría ha cambiado de la madera al marco metálico y el acabado de las fachadas en pinturas vinílicas. La utilización inicial del bahareque y de cielorrasos en madera que han cumplido su tiempo de uso y por falta de mantenimiento, se convierten en sitio propicio para bichos y murciélagos perjudicando la salud de sus habitantes. En las viviendas nuevas se han utilizado materiales como bloque y ladrillos y se han implementado la cubierta en teja de eternit, pero por el tamaño de los espacios la poca altura y la falta de ventilación hacen que sean poco apropiadas para el clima.

Según el DANE existe un déficit habitacional del 10% en la población del municipio. Del 90% de las viviendas existentes en el municipio, cerca del 30% carece de algún servicio esencial o hay condiciones de hacinamiento. En resumen, el censo del 2005, presenta un déficit de vivienda como se muestra en la Tabla 3-51:

Tabla 3-51. Déficit vivienda Municipio San Luis

Total hogares			Hogares sin déficit				Hogares en déficit			
Total	Cabecera	Resto	Total	%	Cabecera	Resto	Total	%	Cabecera	Resto
3.755	1.043	2.712	1.666	44,37	524	1.142	2.089	55,63	519	1.570

Fuente DANE 2005

Transporte y vías de comunicación. De acuerdo al diagnostico del EOT, la cobertura vial es del 100% presentando 13.286,00 metros de vías en el área de la cabecera municipal, cabe destacar que el 99% están completamente conformadas y pavimentadas en concreto rígido, con sus respectivos sardineles. El centro poblado de Payandé presenta una longitud de 7.856 metros. Las vías rurales (secundarias y terciarias), permiten la comunicación terrestre con la ciudad de Ibagué, y municipios vecinos como Valle de San Juan, El Guamo, Saldaña y Ortega. Un alto porcentaje del sistema vial se encuentra en estado de conservación deficiente, en parte por ser vías sin conformación mecánica y sin adecuadas obras de arte, tales como cunetas y alcantarillas, pero también por un ineficiente sistema de mantenimiento.

Foto 3-31. Vía Ibagué-Payandé



Fuente: Fotografía tomada por Araújo Ibarra & Asociados S.A.

Del total de la red vial rural, 37.489 Kms., aproximadamente, son vías de carácter estratégico, es decir aquellas que intercomunican el municipio con municipios vecinos y por las cuales se moviliza gran cantidad de la carga y productos de las despensas agrícolas cercanas a la población. La red terciaria, compuesta por carreteables, tiene aproximadamente 184.931 Kms., todos éstos requieren atención constante.

Las vías se enumeran a continuación:

- Vía Buenos Aires – Payandé – Cabecera Municipal de San Luis.
- Vía al Valle de San Juan.
- Vía Guamo – Ortega.
- Vía Cabecera Municipal – Municipio de El Guamo.
- Carreteable Centro Poblado de Payandé – Vereda El Salitre.
- Carreteable Vereda El Salitre – Vereda El Porvenir.
- Carreteable Minas de Mármol – Veredas Payandé y El Salitre.
- Carreteable Vereda El Hobo – Vereda La Laguna.
- Carreteable Vereda Jagua Flor – Vereda Jagua Bartolito.
- Carreteable Vereda Santa Isabel – Vereda Jagua Flor.
- Carreteable Vereda La Flor – Vereda Jagua Bartolito.
- Carreteable Vereda Caracolí – Río Luisa.
- Carreteable Cabecera Municipal – Vereda Contreras.
- Carreteable Cabecera Municipal – Vereda Tomogó.
- Carreteable Escuela Vereda El Puño.
- Carreteable Escuela Vereda Chicualí.
- Carreteable Vereda Tomín – Vereda La Meseta.
- Carreteable Vereda Gallego – Vereda Tomogó.
- Carreteable Cabecera Municipal – Vereda Limonar.
- Carreteable Vereda Chicualí – Vereda Primavera.
- Carreteable Vereda Campolegre – Vereda Gallego.
- Carreteable Vereda El Puño – Vereda Campoalegre.
- Carreteable Vereda Tomín – Vereda Patio Bonito.

- Carreteable Vereda Buenos Aires – Vereda Guacimito.
- Carreteable Vereda San Cayetano – Vereda La Aurora.
- Carreteable Vereda Buenos Aires – Vereda Piedras Blancas
- Carreteable Vereda La Aurora – Vereda Cordialidad.
- Carreteable Vereda Primavera – Vereda Luisa García.
- Carreteable Vereda Limonar – Vereda Dindal.
- Carreteable Vereda Limonar – Escuela Vereda Malnombre.

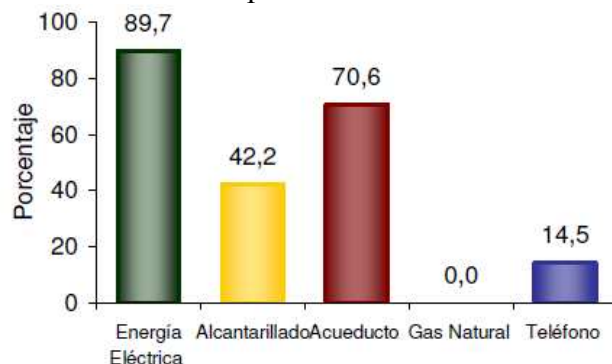
Sistema de transporte: El municipio cuenta con servicio de transporte intermunicipal entre Ibagué y el municipio con tres recorridos diarios, prestado por las empresas Velotax y Cointrasur, con buses que tienen capacidad para 40 personas. Además la empresa Cointrasur presta desde la cabecera municipal el servicio de transporte a la ciudad de Bogotá todos los días y al municipio de El Guamo. La cooperativa de transportadores del Guamo, Cootransguamo, presta el servicio de transporte entre el municipio del Guamo y la cabecera municipal, con jeeps y camiones mixtos con capacidad para ocho y veinte pasajeros todos los días. En el centro poblado de Payandé se cuenta con dos empresas, Transral S.A. y Cootranspayandé Ltda, que prestan el servicio de transporte desde el centro poblado de Payandé a la cabecera municipal todos los días, también a Buenos Aires todos los días cada diez minutos y a las distintas veredas cuando un usuario lo requiera.

El servicio de transporte desde la cabecera municipal a diferentes veredas es realizado por vehículos mixtos afiliados a la cooperativa Cootransguamo los días jueves y domingos. La cabecera municipal y el centro poblado Payandé no cuenta con servicio de transporte interurbano, por lo que la población se desplaza dentro de los perímetros urbanos en bicicletas, motocicletas o a pie. No hay sistemas de transporte aéreos, ni fluviales.

Municipio de Valle de San Juan

Servicios públicos. En la Figura 3-79 se muestra que el servicio público con mayor cobertura es el de la energía eléctrica con un 89.7%, seguido del servicio de acueducto con un 70.6%. No se cuenta con servicio público de gas domiciliario y la cobertura de la telefonía fija es muy baja.

Figura 3-79. Cobertura de servicios públicos del Valle de San Juan



Fuente. DANE. Censo 2005

Acueducto: El acueducto del Valle de San Juan tiene su bocatoma en la vereda Vallecito, surtido por las quebradas La Calichosa, El Cural y La Liga; con una captación aproximada de 68 L/s. (Aforo de Abril de 1997, realizado por Cortolima), surte las Veredas de La Manga, El Dinde, Caracolí, La Flor, Jagua y el Casco Urbano. En la bocatoma se encuentra una caja principal; a 40 m. está el desarenador (de 4m x 2m); de la caja principal salen tres tubos al desarenador, uno de 4", y dos de 6"; del desarenador salen dos tubos de 6" c/u, en un recorrido de 5.5 km. A la planta de tratamiento. Existen dos tanques de almacenamiento de 4.000 L. c/u. De estos tanques, en tubería de 4", en un recorrido de 3.5 km., salen dos tubos hasta el casco urbano. No cuenta con micromedición, lo cual hace que no se racionalice el uso de este recurso. Se tienen registrados 420 suscriptores para una cobertura del servicio en el área Urbana del 99%.

La planta de tratamiento tiene un tanque primario y uno de distribución con 3 filtros. Esta no opera, su infraestructura y dotación está en buen estado, se visita una vez por mes. El control de calidad de agua se hace según programación del servicio de laboratorio del Servicio de Salud cada dos meses, el examen bacteriológico se practica por la oficina de saneamiento semanalmente y el examen Físico- químico se realiza uno o dos veces al año; el agua presenta contaminación bacteriológica y algunas veces presencia de materia fecal.

En la actualidad el municipio del Valle de San Juan cuenta con tres acueductos; las características del primero se describieron atrás, los otros dos surten algunas veredas de la parte sur del municipio y sus características son las siguientes:

Uno está ubicado en la Vereda Hijo del Valle, lo surte la quebrada el Pajarito, abastece las Veredas Hijo del Valle, Cabuyal y el caserío de Michú, no posee planta de tratamiento. Presenta un desarenador (1m x 2m), pasa a la rejilla y de la rejilla a la caja principal, de esta sale un tubo de 6" que reparte a la otra caja de 4 m³ y de ahí sale la tubería de 4", se reduce a 3", a 2 ½ " y a 1 ¼ " y al usuario le llega de ½ ". El tercer acueducto es el de la Vereda El Neme que surte esta vereda y que toma sus aguas de la quebrada Ospina. Cuenta con desarenador y tanques de abastecimiento pero no posee planta de tratamiento.

En el municipio del Valle de San Juan algunos propietarios realizan captaciones por bombeo, para fines domésticos, sin embargo predominan las tomas individuales de manera rústica utilizando mangueras por gravedad, utilizando principalmente las siguientes fuentes hídricas: Río Luisa, Río Cucuana, Quebrada La Liga, Quebrada El Pajarito, Quebrada Seca. En algunos casos se efectúa un control cada dos meses por parte del Laboratorio de Aguas de la Oficina de Saneamiento. Presenta contaminación Bacteriológica.

Alcantarillado. Este servicio existe solamente en la zona urbana y es combinado para aguas lluvias y aguas servidas. El sistema está en regular estado y su capacidad de caudal es inferior a la requerida. El 100% de las aguas servidas no tienen ningún tipo de tratamiento y son vertidas en la Quebrada del Valle, contaminando sus aguas y causando graves problemas ambientales.

En la zona rural aproximadamente el 66% de las viviendas cuentan con sistemas finales de disposición de excretas (Tasas Sanitarias con pozos sépticos); el 34% de las viviendas no cuenta con ningún tipo de servicio sanitario.

El Valle de San Juan construyó la primera fase de la planta de tratamiento para el manejo de las aguas servidas del casco urbano, para lo cual adquirió una planta compacta que desde la culminación del proyecto no a funcionado. En las diferentes visitas y muestreos realizados por Cortolima para la estimación de las tasas retributivas, en las que realizo análisis físico-químicos, demostraron la inoperancia de esta planta.

El servicio de alcantarillado para el área urbana del Valle de San Juan tiene la siguiente cobertura: Barrio el Centro (94,41%), Barrio la Quinta (87,71%), Barrio Pueblo Nuevo (93%).

Manejo de residuos sólidos. En el municipio no se cuenta con Sistema de Aseo. La recolección de basuras en la zona urbana se realiza con vehículo de tracción animal (zorra), dos veces por semana, el resto de la población elimina la basura por incineración o la arrojan a campo abierto. La Oficina de saneamiento realiza un control al sitio que funciona como botadero de basuras una vez por mes. Los desechos recolectados en el área urbana son arrojados sin ningún tipo de manejo técnico dentro del mismo perímetro urbano y en la zona protectora de la quebrada del Valle. Para el caso del municipio del Valle de San Juan el máximo tratamiento es la quema de estos residuos.

La recolección de basuras se realiza en toda el área urbana, no se tiene un estimativo de la cantidad de residuos sólidos, lo que si se pudo establecer es que la mayor parte de estos materiales son inorgánicos, los cuales facilitan su combustión. El barrido de calles se limita exclusivamente al sector de la alcaldía el cual es diario y se realiza en horas de la mañana, tradicionalmente cada familia de sector urbano realiza un barrido individual correspondiente al frente de sus viviendas.

En la zona rural no se presta el servicio de recolección de basuras (Tabla 3-52). Con respecto al manejo de los desechos de las casas, las queman, las entierran o simplemente las arrojan a campo abierto. Los sobrantes o desechos de sus cultivos que principalmente es el maíz es consumido por el ganado y los desechos correspondientes a las tusas la queman. Un aspecto

importante para resaltar es lo que un grupo de mujeres está haciendo con los sobrantes del cultivo de maíz, pues utilizan las fibras para hacer artesanías de reconocimiento nacional.

Tabla 3-52. Manejo de residuos sólidos de Valle de San Juan

Cabecera	Casos	%
La recogen los servicios de aseo	561	87.93
La entierran	2	0.31
La queman	68	10.66
La tiran en un patio, lote, zanja	6	0.94
La tiran en un río, caño, quebrada, laguna	1	0.16
Total	638	100.00
Resto	Casos	%
La recogen los servicios de aseo	1	0.12
La entierran	17	2.03
La queman	568	67.94
La tiran en un patio, lote, zanja	235	28.11
La tiran en un río, caño, quebrada, laguna	4	0.48
La eliminan de otra forma	11	1.32
Total	836	100.00

Fuente. DANE 2005

Energía eléctrica. Este servicio público domiciliario es prestado en el municipio por la Empresa de Energía Eléctrica del Tolima, ELECTROLIMA S.A. - E.S.P, su cobertura no es total. El servicio de alumbrado público es responsabilidad del municipio, es deficiente y no existe en algunas calles y sectores del área urbana.

Los suscriptores están distribuidos el 30,62% en el estrato residencial bajo – bajo; el 61,65% en el bajo, siendo el estrato de mayor participación; en el medio bajo se ubica el 2,82%; el oficial y el comercial comparten participación porcentual con el 2,30%; así mismo, los estratos medio y alto con un suscriptor cada uno participan en un 0,1%. En el área rural en cuanto a suscriptores el porcentaje más amplio lo tiene el estrato bajo con el 94,84%, seguido por el estrato oficial y comercial siguen con el 0,94% cada uno.

Cabe anotar que la mayoría de veredas del municipio cuentan con servicio de energía eléctrica, o por lo menos son atravesadas por la Red de Alta Tensión, o parcialmente por las redes de baja tensión, lo cual facilita adelantar programas de electrificación rural que amplíen la cobertura hasta llegar a un óptimo del 100%. Entre las veredas que cuentan con servicio de energía eléctrica están: Tierras Blancas (100%); La Manga (100%); San Jacinto (100%); Hijo del Valle (99%); Neme (98%); El Imán (90%); Aguas Claras (90%); Santa Rosa (80%); El Dinde (80%); Vallecito (80%); La Sedalia (80%); Guasimito (70%); Buenavista Baja (60%); Tasajeras (40%); de las veredas La Alegría, Cabuyal y Buenavista Alta no se suministraron datos exactos del número de viviendas con servicio.

Telefonía. El servicio de telecomunicaciones es prestado por TELECOM S.A. - E.S.P, que tiene ubicadas en el municipio 367 líneas telefónicas urbanas y 45 líneas rurales, principalmente en las veredas La Manga, El Dinde, El Capote, San Jacinto y Vallecito.

Comunicaciones. Cuentan con las emisoras de radio de Ibagué y las de cobertura nacional, al igual que con los canales de televisión nacionales.

Gas. El municipio no cuenta con el servicio de gas domiciliario. La comunidad se abastece de gas propano en cilindros o utiliza la energía para cocinar. En el área rural, se utiliza el gas propano o la leña.

Otros equipamientos municipales

Matadero. En el municipio existe un matadero, ubicado en el área urbana; con respecto a su estado se puede decir que carece infraestructura y dotación para su normal y óptimo funcionamiento. Está compuesto por un planchón, con espacios reducidos y deficiente abastecimiento de agua.

Plaza de mercado. La plaza de mercado es de un solo nivel, el cual se subdivide en varios locales comerciales, incluido el pabellón de carnes, es una edificación en regular estado de conservación; presenta deficiencias de tipo técnico y sanitario. Esta plaza de mercado es administrada por la alcaldía, a través de su oficina de servicios públicos; los días de mercado se permite la ubicación de puestos de ventas alrededor de esta estructura, dificultando la movilidad de vehículos y peatones que circulan por las calles cercanas, pero que hace parte de la idiosincrasia del habitante del Valle de San Juan.

Servicios sociales.

Salud. El municipio posee un hospital de primer nivel, con cobertura municipal. Ofrece un nivel de atención médica básica con hospitalización. También se tienen dos puestos de salud, uno en la vereda La Manga que es atendido por un promotor de salud, y otro en la vereda Vallecito, el cual permanece cerrado. El Hospital Vito Fasaél Gutiérrez ofrece servicios de consulta externa; hospitalización; urgencias 24 horas; control materno infantil; planificación familiar; atención a promiscuas y pequeñas cirugías para lo cual cuenta con una sala de urgencias; un consultorio odontológico; laboratorio para exámenes generales; una sala de partos; una ambulancia; tres habitaciones para hospitalización; una sala de urgencias; un consultorio; una sala de enfermería; una farmacia; una sala de espera; siete camillas; tres camas; tres cunas; una mesa ginecológica; una silla de ruedas y tres equipos de computación.

El estado de los equipos, aunque antiguos, es bueno, el deterioro de paredes, pintura y pisos del hospital es bastante notorio; el manejo de desechos es bastante deficiente, no se cuenta con incinerador, algunos desechos se queman de manera rudimentaria en un lote adjunto a la sala de consultas, otros son enterrados; la zona de lavandería presenta serias deficiencias ya que no posee alberca o tanque de almacenamiento de agua para esta labor.

Las veredas cuenta con promotores de salud compartidos, en total son nueve promotores de salud, que cubren las 18 veredas, básicamente desarrollan: primeros auxilios, vacunación, campañas de promoción y prevención.

La planta de personal para el servicio de salud está compuesta por 13 personas vinculadas de tiempo completo para la parte médica y la parte administrativa del hospital. Estas 29 personas desempeñan los cargos que se relacionan en la Tabla 3-53:

Tabla 3-53. Recurso humano Hospital Vito Fasael Gutiérrez del Valle de San Juan

CARGO	No EMPLEADOS
Administrador	1
Auxiliar de Enfermería	2
Enfermero Jefe	1
Gerente	1
Médico	1
Promotor de Salud	6
Técnico de Saneamiento	1
Auxiliar de Droguería	1
Auxiliar de Enfermería	3
Auxiliar de Facturación	1
Aux. de Inspección de Salud	1
Auxiliar de Odontología	1
Promotor de Salud	3
Secretaria	1
Auxiliar Botica La Manga	1
Auxiliar Servicios Generales	2
Bacteriología	1
Odontología	1
TOTAL	29

Fuente: Hospital Vito Fasael Gutierrez- 2001.

Morbilidad. Las principales causas de enfermedades y muertes infantiles son las enfermedades infecciosas intestinales y el parasitismo intestinal asociado con la enfermedad diarreica aguda producida por la ingestión de aguas contaminadas; igualmente, se detectan enfermedades del aparato respiratorio, desnutrición y enfermedades de la piel que pueden ser ocasionadas por la falta de educación preventiva a la comunidad.

Dentro de las primeras cuatro causas de morbilidad en la población del municipio se tienen las que se presentan en la Tabla 3-54:

Tabla 3-54. Principales causa de morbilidad Valle de San Juan

CAUSA	No. CASOS
Enfermedades de los dientes y la estructura de sostén	2861
IRA – Infecciones Respiratorias Agudas.	1928
Enfermedades de la piel y del tejido Celular Subcutáneo	1090
Control de la salud del lactante o el niño	790

Fuente: Hospital Vito Fásael Gutierrez

Mortalidad En el Valle de San Juan predomina el cuadro de mortalidad de patologías cardio-respiratorias seguidas de impacto del miocardio y de hipoxia. De una población total de 5478 personas se presentaron 25 defunciones, centradas principalmente en personas mayores de 60 años, a excepción de 2 casos de Infarto de Miocardio (15 – 59 años), cabe anotar que solo se presentó un caso de Muerte Fetal, a pesar de que la mayor población se concentra en la Zona Rural. En la Tabla 3-55 se observa la Mortalidad en el año 1999, por grupos de edades.

Tabla 3-55. Primeras causas de mortalidad Valle de San Juan

DIAGNOSTICO	CASOS
Paro Cardio – respiratorio	7
Infarto del Miocardio	5
Hipoxia	4

Fuente: Hospital Vito Fásael Gutierrez

Educación. El municipio del Valle de San Juan ofrece el servicio de educación en sus tres niveles: Preescolar, básica Primaria y Secundaria; prestándose solo por el sector oficial, no existe el servicio prestado por particulares o de “educación privada”.

Para el nivel de preescolar se cuenta con una institución que ofrece el servicio en la parte urbana y otra en la parte rural, atendiendo una población de 54 alumnos, de un total de 382 niños con la edad de asistir al preescolar, arrojando una cobertura bastante baja con una tasa de escolarización de apenas el 14,13%. En cuanto a docentes, existe uno por cada sector.

Existen una escuela urbana que atiende en primaria básica 250 niños y 18 escuelas rurales (una por vereda) con 550 alumnos, el municipio cuenta con una población de 975 niños en edad escolar, lo que nos representa una tasa de escolaridad de 82,36%. Esto muestra una cobertura aceptable del servicio de educación básica primaria. En cuanto a docentes, en el área urbana se dispone de doce maestros capacitados, algunos postgraduados; así mismo en el área rural se cuenta con 25 docentes bien preparados, con estudio de postgrado.

La educación básica secundaria cuenta con un Plantel Educativo en el sector urbano y otro ubicado en el sector rural (vereda Vallecito) en donde hasta el momento se ofrece el servicio como programa de Postprimaria hasta el nivel octavo. En el sector urbano encontramos un total de 290 alumnos matriculados en el Colegio Oficial, y en el sector rural 25 alumnos en la escuela Vallecito, existiendo una población en edad escolar para estos niveles (sexto a once) de 660 niños y jóvenes. La tasa de escolarización es de 45,45%, lo que representa una baja cobertura de este servicio en el municipio. Los docentes, al igual que los del preescolar y la básica primaria están bien capacitados. Existen 25 para el sector urbano y 4 para la parte rural (Tabla 3-56).

Tabla 3-56. Situación del servicio educativo por sector y por nivel-Valle de San Juan

NIVEL	No. DE ESTABLECIMIENTOS		No. DE ALUMNOS		No. DE DOCENTES		POBLACION EN EDAD ESCOLAR	
	Urbano	Rural	Urbano	Rural	Urbano	Rural	No.	Tasa de escolarización
Preescolar	1	1	30	24	1	1	382	14,13
Primaria	1	18	250	553	1 2	2 5	975	82,36
Secundaria	1	1*	293	25	1 8	4	660	45,45

Fuente: Secretaría de Educación- 1999

La deserción escolar es alta en el nivel primaria (15,83% de los alumnos matriculados para este nivel) y en secundaria se puede considerar como aceptable (4,78%), dando una tasa de retención del 84,17% en primaria y de 93,22%. El municipio cuenta con una buena planta de docentes cualificados, existiendo un total de 30 para el área urbana (12 en primaria y 18 en secundaria), en una proporción de 1 docente por cada 18 alumnos. En el área rural existe un total de 35 docentes y 630 alumnos en las 18 veredas, para una relación de 1 docente por cada 18 alumnos.

El Colegio Urbano Valle de San Juan Cuenta con una planta física en estado aceptable, aunque presenta la necesidad de hacer algunos arreglos puntuales en sus estructuras. La escuela Juan Lasso de la Vega cuenta con un número de salones acorde con la demanda que tiene en el momento, su estado de conservación no es el mejor y requiere de hacer mantenimiento y mejorar algunas estructuras de la misma. De las 18 escuelas rurales se puede decir que necesitan mantenimiento y mejoramiento de sus estructuras, bastante deterioradas por el uso.

En la Figura 3-82 se observa una tasa de alfabetismo del 19.7% para personas mayores de 15 años. Por otra parte, el 51.5% de la población alcanza el nivel de básica primaria y el 20.9% alcanza el de secundaria. El 20.5% no cuenta con ningún nivel educativo.

Figura 3-80. Asistencia escolar Valle de San Juan

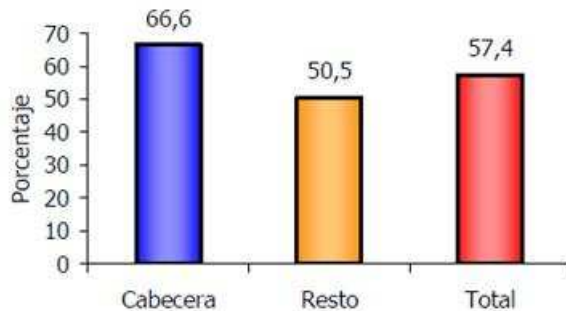


Figura 3-81. Nivel educativo Valle de San Juan

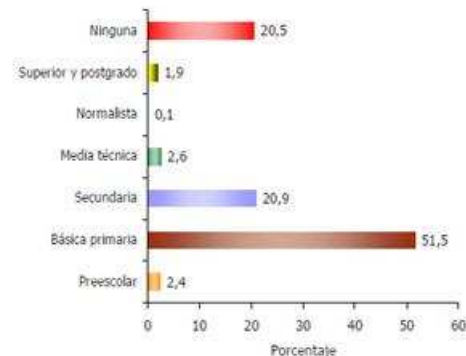


Figura 3-82. Tasa de analfabetismo Valle de San Juan



Fuente. DANE 2005

Deporte y recreación. A nivel recreativo, el Parque Central es considerado el más importante del área urbana, por servir de lugar de encuentro para la población y sitio de fiestas del pueblo. En campos deportivos y/o recreativos se tiene La Villa Olímpica Rosa Elvira Guzmán, en el barrio Pueblo Nuevo. También existen algunas canchas ubicadas en el colegio y la escuela, estas son para el uso exclusivo de la población estudiantil. Existe otro parque ubicado en el barrio La Quinta, de tipo infantil, sin cerramiento exterior, juegos en mal estado; el área es pequeña y se ubica en un cruce vial.

Vivienda. El Valle de San Juan está conformado, en su zona urbana, por tres barrios La Quinta; El Centro y Pueblo Nuevo y algunos sectores que hacen parte de los anteriores barrios. Pueblo nuevo es el sector más densamente poblado, allí se encuentra el 42,4% de las viviendas urbanas y reside el 39,82% de la población del sector; el barrio el Centro posee el 29,12% de las viviendas y el 30,43% de los habitantes; otro sector importante es La Quinta, donde se encuentran el 12,21% de las viviendas y el 12,75% de los habitantes urbanos. Los otros sectores son menos poblados pero igualmente significativos, Piedra Pintada tiene un 5,35% de viviendas; la Salida a Michú el 4,28%; el Matadero el 3,43% y el Cementerio el 3,21% de las viviendas.

Una característica fundamental en las viviendas del Valle de San Juan es que más del 60% de éstas poseen un lote adjunto, casa lote, que es utilizado como zona de aislamiento para el

calor, el cultivo de plantas o cría de animales, principalmente de corral. Esta misma condición hace que no se sienta la necesidad de parques o zonas de recreación. De las 467 viviendas identificadas en el sector urbano, el 71,73% (335 viviendas) son ocupadas por sus propietarios y el 28,27% (132 viviendas) son ocupadas por arrendatarios. Además de la característica física de las viviendas del municipio, el 38,33% están construidas en ladrillo y el 61,67% en bahareque, siendo este último elemento predominante en razón al bajo costo y disponibilidad del recurso, además de las condiciones favorables para adaptarse a las características de la región.

Transporte y vías de comunicación. Pese a la ubicación que presenta el municipio, y las ventajas comparativas, y sus características climáticas propias y a los recursos mineros que posee, el Valle de San Juan, no ha podido desarrollar plenamente la red vial sin embargo en la Tabla 3-57 se presenta las siguientes conexiones viales:

Tabla 3-57. Conexiones viales desde Bogotá

RUTA No.	CONEXIÓN
1	Bogotá – Buenos Aires - Valle de San Juan
2	Bogotá – Chicoral - Valle de San Juan
3	Bogotá –Guamo –San Luis –Valle de San Juan

Fuente. EOT. 2001

El área urbana del Valle de San Juan se articula con Ibagué – Buenos Aires – Payande a través de una vía de 48 kilómetros y con un tiempo de recorrido de 45 minutos, se encuentra totalmente pavimentada, con algunos baches. Otras vías importantes son:

Valle de San Juan – Caracolí - San Luis. Conexión que parte de Valle de San Juan hacia Caracolí - San Luis. Se encuentra con carpeta asfáltica, un tiempo de recorrido de 25 minutos. De la cabecera municipal de San Luis al municipio del Guamo se encuentra sin pavimentar y es una conexión a la Troncal del Magdalena.

Valle de San Juan – Rovira. Esta conexión dista del área urbana del municipio del Valle de San Juan 20 kilómetros, con un tiempo de recorrido de una hora, tiene tres kilómetros pavimentados hasta la vereda el Dinde. 10.78 Km. de vía destapada transitable todo el tiempo, cruza las veredas de El Capote El Dinde y La Manga. Del Capote a Rovira existen 6.91 kilómetros de vía destapada transitable en verano. Es importante resaltar que gran parte de la población que se encuentra asentada en esta zona realiza los intercambios económicos con el municipio de Rovira.

Valle de San Juan – Ortega. Esta vía tiene una longitud total del casco urbano a Ortega de 17 kilómetros, de los cuales 5 son transitables todo el tiempo y el resto de tramo se dificulta en épocas de invierno. Las veredas de mayor influencia en esta vía; son Hijo del Valle, y El Neme. A nivel intermunicipal se presentan conexiones viales que, en su gran mayoría, se

articulan con la vía Ibagué - Valle de San Juan, bajo el movimiento de buses, taxis y camperos de servicio público en diferentes rutas y horarios como se presenta en la Tabla 3-58:

Tabla 3-58. Conexiones viales a nivel intermunicipal

VALLE DE SAN JUAN - IBAGUE	
Lunes a Sábado	Domingo
5.30 a.m.	5.30 a.m.
7.00 a.m.	7.00 a.m.
9.00 a.m.	9.00 a.m.
11.45 a.m.	12.30 p.m.
12.30 p.m.	3.00 p.m.
4.30 p.m.	5.00 p.m.

Fuente. EOT. 2001

La mayoría de las vías municipales, encargadas de comunicar al perímetro urbano con las diferentes veredas se encuentran en mal estado, requiriéndose un mantenimiento más frecuente, construcción de alcantarillas, mejoramiento de tramos y demás obras de arte que permitan una conexión sin tanta fricción espacial al movimiento.

Caracolí - Valle de San Juan esta vía tiene una longitud de nueve (9) kilómetros los cuales se encuentran pavimentados, su estado es bueno.

Valle de San Juan - Neme Río Cucuana –Ortega esta vía según la Gobernación del Tolima es de segundo orden, tiene una longitud de 50 kilómetros se encuentra sin pavimentar, es transitable todo el año sin embargo por la falta de mantenimiento los tiempos de recorrido se aumentan considerablemente.

San Luis – Valle de San Juan, esta vía presenta carpeta asfáltica en todo su trayecto se encuentra en buen estado, y presenta una longitud de 13 kilómetros. Valle de San Juan – Caracolí - San Luis. Conexión que parte de Valle de San Juan hacia Caracolí - San Luis. Se encuentra con carpeta asfáltica, un tiempo de recorrido de 25 minutos. De la cabecera municipal de San Luis al municipio del Guamo se encuentra sin pavimentar y es una conexión a la Troncal del Magdalena.

Valle de San Juan - Santa Rosa Rovira, presenta una longitud de 18 kilómetros. Se encuentra en regular estado y en épocas de invierno se complica su tránsito normal, con un tiempo de recorrido de una hora, tiene tres kilómetros pavimentados hasta la vereda el Dinde. de vía destapada transitable todo el tiempo, cruza las veredas de El Capote El Dinde y La Manga. Del Capote a Rovira existen 6.91 kilómetros de vía destapada transitable en verano. Es importante resaltar que gran parte de la población que se encuentran asentados en esta zona realizan los intercambios económicos con el municipio de Rovira.

Vereda El Dinde

Servicios públicos

Acueducto. La vereda cuenta con un sistema de acueducto con servicio las 24 horas del día. Sin embargo, el agua no es de muy buena calidad pues no se le hace ningún tipo de tratamiento. El agua proviene de una fuente localizada en la vereda La Manga, es transportada por tubería a los tanques de almacenamiento en la vereda El Dinde (Foto 3-32), donde luego es distribuida a veredas como Caracolí (del municipio de San Luis), El Dinde, Jagua Flor, La Flor y la cabecera municipal. Esta distribución del recurso que se hace desde el Municipio de Valle de San Juan hacia algunas veredas que pertenecen al municipio de San Luis, no es de buena aceptación por parte de la comunidad, pues a veces el agua no es suficiente, pierde presión y no llega hasta todas las viviendas.

Foto 3-32. Tanques del acueducto-Vereda El Dinde



Fuente: Fotografía tomada por Araújo Ibarra & Asociados S.A.

Alcantarillado. En la Vereda El Dinde, 81 de las 83 casas tienen pozos sépticos según lo referenciado por la JAC, sólo 2 casas hacen vertimiento de aguas negras a cuerpos de agua o a cielo abierto. Los pozos fueron construidos por CORTOLIMA y funcionan eficientemente.

Manejo de residuos sólidos. La vereda El Dinde no tiene servicio de recolección de basuras ni relleno sanitario, los residuos según manifiesta la comunidad son enterrados en los solares de cada una de las casas. No hacen reciclaje pero los residuos biodegradables se utilizan para alimento de animales o para el abono de las huertas caseras.

Energía eléctrica. Toda la vereda tiene energía eléctrica.

Telefonía. Aunque no tienen telefonía rural comunitaria como Compartel, se dispone buena señal de los operadores de Comcel y Movistar. Hasta el momento no ha entrado la señal de Tigo.

Comunicaciones. La vereda tiene buena señal de radio, entrando todas las emisoras que cubren esta zona. También tienen señal de televisión (todos los canales nacionales). Por otra parte, tienen un salón con uno o dos computadores, pero no tienen internet y por lo tanto deben ir hasta el pueblo para obtener el servicio.

Gas. Solo la familia Feria tiene red de gas domiciliario, según comenta la comunidad. Sin embargo, el resto de la vereda no tiene gas pero se está gestionado para obtener la red de gas en toda la vereda.

Servicios sociales

Salud. No tienen puesto de salud, cuando hay una emergencia acuden al hospital de la cabecera municipal de Valle San Juan, ubicado a tan solo 5 minutos de la vereda. El 99% de la población está afiliada a Régimen Subsidiado y el otro 1% a Régimen Contributivo. Las empresas de salud que hacen presencia en la zona son: Susalud, Comparta, Caprecom y Solsalud. En la Foto 3-33 se presenta el hospital de la vereda:

Foto 3-33. Hospital en la Vereda El Dinde



Fuente: Fotografía tomada por Araújo Ibarra & Asociados S.A.

Morbilidad. Se presente enfermedades respiratorias en un 70% y en el otro 30% repartido en diferentes enfermedades que incluyen algunos tipos de cáncer. En general es una población que goza de muy buena salud.

Mortalidad. En un 80% las muertes son causadas por accidentes de tránsito, el otro 20% es por muerte natural.

Educación. La vereda tiene una escuela para los grados primero a quinto de básica primaria, localizada sobre la vía que de la carretera principal conduce al municipio de Rovira. En la vereda hay aproximadamente 30 niños en edad escolar primaria, pero tan solo 14 se matricularon este año y desertaron 3 por cambio de vivienda. El resto de los niños acude al corregimiento de Payandé o a la cabecera municipal. Los jóvenes y niños de básica secundaria acuden al casco urbano.

El estado de la escuela es precario (Foto 3-34), solo tiene un salón de clases y uno de informática, el piso es de cemento y el área no supera los 25 m². No hay vivienda para el profesor y la biblioteca no está bien dotada. La jornada es de 7:00 a.m. – 1:00 p.m., tienen restaurante escolar en donde les brindan el servicio de refrigerio, no tienen huerta escolar. El SENA hace presencia en la educación no formal dictando talleres que la misma comunidad solicita, en el momento tienen algunos cursos orientados a la ganadería, preparación de dulces y manejo de lácteos. No tienen patio de recreo, saliendo en sus ratos de descanso a la carretera.

Foto 3-34. Escuela de la vereda El Dinde



Fuente: Fotografía tomada por Araújo Ibarra & Asociados S.A.

Deporte y recreación. No tienen escenarios deportivos, ni caseta comunal. La comunidad asiste a la cabecera para celebraciones locales. En sus tiempos libres realizan paseos hacia el Río Luisa, centro de diversión de esta zona en donde se bañan y hacen almuerzos en las tardes. Hay tres puntos en donde acostumbran ir: la primera es a unos 100 metros aguas arriba del puente del río que comunica a la vereda de Caracolí con la vereda El Dinde, la otra es el balneario (el cual fue cerrado) y la otra es aguas abajo del puente, en donde la quebraba El Valle desemboca en el Río Luisa a aproximadamente a 1 kilómetro de distancia del puente. El río Luisa es también utilizado para pesca como una actividad de recreación familiar y la comunidad práctica la caza en los alrededores de este, de animales como el gurre, boruga, ñeque y venado el cual se está extinguiendo por la caza indiscriminada.

Vivienda. En la vereda hay un total de 83 viviendas, el 80% es propia y el 20% están ocupadas por encargados. No hay familias en arriendo, prestadas o en posesión. En general las viviendas están en buen estado, predominando en un 89% el bloque como material de paredes, el 1% en madera y un 10% en tapia. Como material de techo, predomina el zinc en un 80%, un 10% en teja de barro y otro 10% en palma. El suelo tiene un porcentaje del 90% en cemento y un 10% en tierra pisada.

En general es una vereda con buenas viviendas, solo algunas pocas casas se encuentran malas condiciones, pertenecientes en algunos casos a adultos mayores de 65 años. Hay casas muy nuevas y en muy buenas condiciones teniendo todos los servicios públicos y vías internas en los predios.

Transporte y vías de comunicación. La vereda es atravesada por una vía secundaria en buen estado (pavimento). De esta se desprenden vías terciarias sin pavimento que conducen al municipio de San Luis (Foto 3-36), a otras veredas del municipio y hacia el municipio de Rovira.

Foto 3-35. Vía que conduce a la Vereda La Manga Foto 3-36. Vía que conduce a San Luis



Fuente: Fotografías tomadas por Araújo Ibarra & Asociados S.A.

El principal medio de transporte es el bus, de la empresa VELOTAX, el cual pasa por la vía principal, en los siguientes horarios: 5:00 a.m. 7:00 a.m. 9:00 a.m. 1:00 p.m. 5:00 p.m. y 6:00 p.m. El valor del pasajero hacia Ibagué es de \$5.000 y de carga de \$1.000. Hacia la cabecera de Valle San Juan el pasaje es de \$2.000. Dado que la cabecera queda tan cerca de la vereda, la comunidad prefiere movilizarse en bicicleta.

Los vehículos contratados cobran \$50.000 desde Ibagué y \$10.000 desde la cabecera municipal, pero no es un medio muy utilizado, la gente prefiere esperar que alguien conocido los lleve a su sitio de destino, igual pasa con el servicio de moto al cual por llevarlos a la vereda pagan \$2.000

3.4.3.2 Área de Influencia Directa (AID)

Vereda Caracolí

Servicios públicos

Acueducto. El servicio de agua es suministrado por el municipio de Valle San Juan, los tanques de almacenamiento se encuentran en la Vereda el Dinde, a donde llega el agua proveniente de la vereda La Manga perteneciente al mismo municipio (Foto 3-37). El agua transportada de la vereda El Dinde hacia Caracolí se hace por medio de una tubería aérea que atraviesa el Río Luisa. El servicio se presta a las 76 viviendas de la vereda. En general el servicio no es bueno, debido a que el agua no llega a todas las casas por falta de presión. El

servicio es discontinuo, faltando a veces por períodos de varios días seguidos. Este acueducto tiene aproximadamente 213 usuarios del municipio de San Luis que son: Caracolí, La Flor y Jaguaflor. En la vereda hay 4 aljibes que se utilizan principalmente para suministrar agua al ganado y para cultivos.

Foto 3-37. Cruce de la tubería del acueducto sobre el Río Luisa



Fuente: Fotografía tomada por Araújo Ibarra & Asociados S.A.

Alcantarillado. No hay servicio de alcantarillado, todas las casas tienen pozos sépticos, los cuales fueron construidos por CORTOLIMA y funcionan eficientemente.

Manejo de residuos sólidos. La Vereda Caracolí no tiene servicio de recolección de basuras ni relleno sanitario. La comunidad dice que los residuos son botados en sus casas, enterrados y quemados cuando es del caso. Algunos residuos biodegradables sirven de alimento para animales y de abono para las huertas en la casas.

Energía. Toda la vereda cuenta con energía, de buena calidad y servicio.

Telefonía. Solo las personas que solicitan el servicio de telefonía en sus casas lo obtienen a través de Telefónica, pero en su mayoría las casas no tienen este servicio, utilizan teléfonos móviles con empresas como Comcel y Movistar principalmente. La señal es buena en toda la vereda. En la vereda no hay servicio de telefonía rural comunitaria de Compartel

Gas. El servicio cubre a todas las viviendas que están a borde de carretera. Aproximadamente el 80% de la vereda tiene servicio de gas, el cual es bueno

Comunicaciones. La institución educativa cuenta con servicio de internet privado. El servicio no es bueno porque el colegio permanece muchas horas al día cerrado y no se permite el

ingreso de la comunidad en horarios diferentes a los escolares. De otro lado el internet solo es para uso de la institución, solo un limitado número de personas hace uso del mismo. Dado lo anterior, la gente para acceder al servicio de internet viaja a Payandé, centro poblado más cercano. Todas las emisoras de radio y canales de televisión entran en la vereda.

Servicios sociales

Salud. En la vereda no hay puesto de salud, la comunidad en caso de emergencia viaja preferentemente a Payandé o Ibagué. El 90% del total de la vereda está afiliado a Régimen Subsidiado y el otro 10% a régimen contributivo. Las empresas de salud presentes en la vereda son: Solsalud, Saludvida, Caprecom. El 90% de las enfermedades se relaciona con problemas respiratorios, el otro 10% se relaciona con otras enfermedades que incluyen el cáncer. Las principales causas de muerte son los accidentes de tránsito en un 60%, un 30% se da por infartos y un 10% por muertes naturales.

Educación. En la vereda se encuentra la Institución Educativa Caracolí, tiene alrededor de 174 alumnos que vienen también de las veredas vecinas; la comunidad manifiesta que el estudio no es de buena calidad por lo que muchos de los niños que actualmente viven en la vereda estudian en Payandé. En preescolar hay 9 niños, en básica primaria 18 niños y en educación media aproximadamente 150 niños. No hay ningún otro tipo de estudio o capacitación a la comunidad. La I.E está en regular estado, tiene 7 aulas de clase incluido un kiosco donde se le dicta clase al grado tercero.

Tienen alrededor de 12 docentes para los 174 alumnos matriculados, calculando 14,5 alumnos por docente.

De este total de alumnos desertan en promedio 30 niños al año. No hay vivienda para docente en la institución y no hay todos los grados de escolaridad, llegando solo hasta noveno o 4° de Bachillerato Hay un aula sistematizada en buen estado con 14 computadores, los cuales tienen conexión a internet. No tienen biblioteca. El horario escolar es de 7:00 a.m. a 12:00 m. Tienen restaurante escolar con un refrigerio a las 9:00 a.m. No tienen huerta escolar y tampoco cursos o educación no formal. La escuela cuenta con un área recreativa. Tiene una cancha de baloncesto y un área en donde la comunidad practica microfútbol en las tardes.

Deporte y recreación. Se practica especialmente el fútbol en la cancha de la I.E. Caracolí, aunque dicen que hay dos canchas solo una funciona. En más bajo nivel se practica el baloncesto en las canchas del colegio y en la jornada escolar. En los tiempos libres van al balneario (aunque ya no porque fue vendido), también van al Río Cobre y las cascadas. Para sus actividades lúdicas van a San Luis, Payandé, Valle San Juan e Ibagué, pues según manifiestan no les interesa mucho pasar su tiempo libre en las tiendas de la vereda (Foto 3-38).

Foto 3-38. Estadero para recreación de la comunidad



Fuente: Fotografía tomada por Araújo Ibarra & Asociados S.A.

Vivienda. La vereda tiene un total de 76 viviendas de las cuales 80% son propias, el 10% están arrendadas y el otro 10% están habitadas por encargados. No hay viviendas prestadas o en posesión. Las viviendas están en muy buen estado, pues todas están construidas en bloque, con pisos de cemento. El material del techo es de 10% en cemento o plancha y el otro 90% en zinc. Aproximadamente el 10% de las viviendas corresponden a casas de recreo en fincas, estaderos y sitios de esparcimiento a donde acuden las personas de la vereda en sus ratos libres.

Transporte y vías de comunicación. Hay una vía secundaria que viene desde el corregimiento de Payandé y que se divide en dos ramales, de los cuales uno va al municipio de San Luis y el otro para el municipio de Valle San Juan. Las vías están en buen estado.

El bus es el medio de transporte más utilizado para movilizarse hacia otros municipios. Para el transporte interveredal se utiliza como medio alternativo la bicicleta. Las principales rutas que cubren esta vereda son VELOTAX, COINTRASUR y COOTRANSQUAMO. La frecuencia los buses es alta, más o menos entre 1 ½ y dos horas, el valor de pasajero es de \$4.000 desde y hacia Ibagué y el valor de carga es de \$2.000. Hacia y desde San Luis el valor por pasajero es de \$2.000 y desde y hacia Valle San Juan el valor por pasajero es de \$1.000. El transporte en moto es interno y no hay servicio de mototaxi que los lleve hasta la vereda.

Foto 3-39. Puente sobre el Río Luisa que une las veredas El Dinde y Caracolí



Foto 3-40. Y donde se toma para los municipios de San Luis y de Valle de San Juan



Fuente: Fotografías tomadas por Araújo Ibarra & Asociados S.A.

3.4.4 Dimensión económica

3.4.4.1 Área de Influencia Indirecta (AII)

Municipio de San Luis

Estructura de la Propiedad. Aunque en los diagnósticos municipales no se encontró información exacta sobre la estructura de la propiedad y la tenencia de la tierra, en el trabajo de campo se pudo establecer que estos elementos se asemejan al municipio de Valle de San Juan, en donde predomina el minifundio con áreas menores de 5 Ha., dedicadas a los cultivos de pancoger. Para los predios entre 5 y 50 Ha., se encuentran ganaderías menores de doble propósito. Para los predios superiores, se encuentra ganadería extensiva.

Procesos productivos y tecnológicos. Básicamente la economía de la Cabecera Municipal de San Luis proviene en buena parte del sector primario. El municipio tiene una vocación agropecuaria donde el maíz, la yuca y la ganadería entre otros, son renglones de gran importancia que generan ingresos a los agricultores. Por otra parte, la economía del Centro Poblado de Payandé proviene en buena parte de la explotación minera y el cultivo de maíz, yuca y ganadería. (Recientemente se ha vinculado el sector turístico).

Producción agrícola. Del total de la producción agrícola del municipio, el 41% es de maíz, el 9% corresponde a café, el 5% corresponde a yuca, el 5% a ajonjolí, el 2% a tabaco, el 1% a plátano y el porcentaje restante en algodón, sorgo, arroz, frutales diversos como patilla, ahuyama, tomate, mango, maní, cacao, aguacate, cítricos y gramíneas, leguminosas transformadas para la alimentación animal, como también, el cultivo de plantas medicinales, alimentarias y aromáticas.

Producción pecuaria. Según información tomada del San Luis en cifras 2000- 2006, la producción pecuaria se distribuye en 20.87% en ganado bovino (Foto 3-41), 1,54% ganado equino, 1,52% ganado ovino, 2,06% ganado porcino, 73,18% avícola y el resto en especies menores. Se deja como salvedad que la administración le parece muy elevado el porcentaje avícola.⁷

Foto 3-41. Ganadería en el Municipio de San Luis



Fuente: Fotografía tomada por Araújo Ibarra & Asociados S.A.

Minería: el municipio de San Luis presenta importantes potenciales de explotación minera, pero esta es una actividad aún incipiente, razón por la cual el Plan de Desarrollo 2008 – 2011 contempla: “Convertir la minería en sector de jalonamiento económico que genere ingresos seguros y calidad de vida a las personas que se sustentan de esta actividad. Ordenar y fortalecer la actividad de minería del municipio, con el fin de generar desarrollo económico, empleo, regalías y aprovechar los recursos no renovables. El desarrollo de la actividad debe minimizar los impactos ambientales en el agua, el aire, el suelo, la flora, la fauna, paisaje y en lo socioeconómico, esta actividad debe estar armonizada con la planeación del uso del suelo, para que pueda coexistir una sostenibilidad de largo plazo”.

En las Figura 3-83, Figura 3-84 y Figura 3-85 siguientes se puede observar que la mayor parte de los establecimientos del municipio están dedicados al comercio con un 70.4%, seguidos de la actividad Servicios con un 23.5%. De igual forma se observa que la actividad industrial solo ocupa el 4.9%. Estos establecimientos son bajos generadores de empleo pues en su totalidad emplean un número inferior a 10 personas.

⁷ Plan de Desarrollo 2008 – 2011.

Figura 3-83. Establecimientos según actividad Municipio San Luis

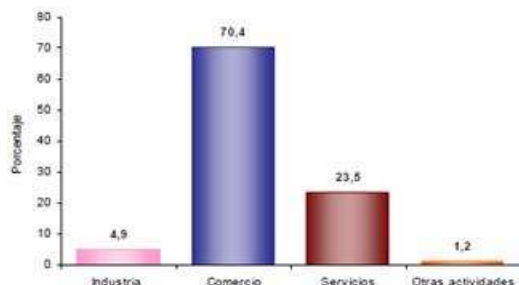


Figura 3-84. Establecimientos según escala de personas ocupadas en el mes Municipio San Luis

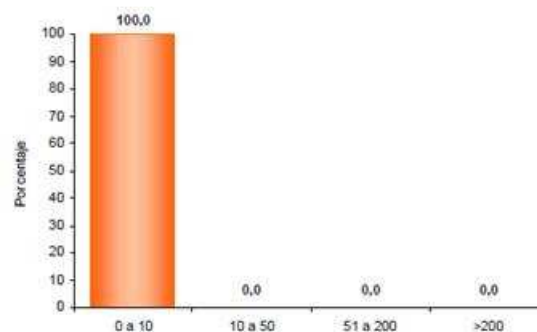
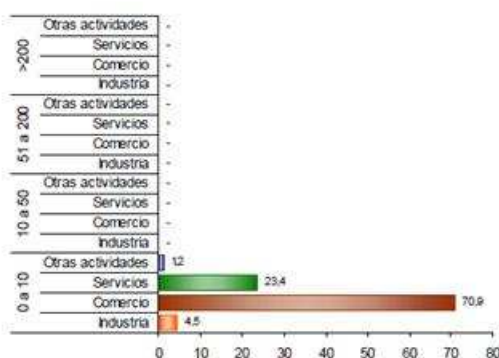


Figura 3-85. Establecimientos según escala de personas por actividad económica Municipio San Luis



Fuente. DANE. 2005

Mercado laboral. La comunidad encuentra sus fuentes de ingresos en las actividades agropecuarias, aunque estas no son permanentes y no generan ingresos fijos. La ganadería ocupa poca mano de obra en jornaleo y la agricultura es estacionaria pues depende de las épocas de siembra y cosecha. La empresa CEMEX es una fuente de generación de empleo para la comunidad del corregimiento de Payandé y ocasionalmente para la comunidad de la vereda Caracolí. Aunque hay varias minas y canteras en la región, la comunidad no las ve como una fuente de generación de empleo debido al poco personal que requieren.

Finanzas Municipales. El presupuesto municipal depende en un 72.26% de las transferencias de la nación y solo maneja un 10.72% por ingresos propios. Esto muestra una alta dependencia de la nación y una muy baja capacidad de generación de recursos propios.

Polos de desarrollo o enclaves.

La única empresa y planta de importancia en el municipio es la cementera de CEMEX, localizada en el corregimiento de Payandé, vereda Caracolí. La empresa destina importantes recursos para los programas que realiza a la luz de sus políticas de Responsabilidad Social, pero también es generadora de conflictos sociales por contaminaciones, problemas laborales tanto con sus operadores como con el gremio de transportadores. Sin embargo, la relación de

esta empresa con su entorno buscar ser buena y por lo tanto sus esfuerzos se orientan a integrarse al medio socio económico y cultural. Otros proyectos de desarrollo detectados en este estudio son:

- Asociación Agropecuaria de San Luis “Asoesperanza” es una empresa del sector de la economía solidaria que se constituyó en el año 2001, como parte de las organizaciones promovidas por la Secretaría de Desarrollo Rural del Departamento de Tolima. En la actualidad se mantienen 35 productores activos dentro de la organización. El objetivo es la producción y comercialización de 1,134.2 toneladas de yuca en 42.8 hectáreas de propiedad de pequeños productores de la asociación agropecuaria del municipio de San Luis. Se estima que la producción de yuca seca en trozos se comercializaría con la industria productora de alimentos concentrados para animales en Bogotá, Buga y Neiva especialmente. La producción de los asociados de ASOESPERANZA alcanza las 1,134.2 toneladas de yuca fresca en 42.8 hectáreas, lo que representa un 9% del total de la producción del Departamento de Tolima que registra una producción aproximada de 12,831 toneladas en 1,123 hectáreas. El proyecto de producción de yuca requiere para su operación de \$46.702.000 de apalancamiento financiero de FINAGRO; destinado a financiar insumos de los agricultores cuya inversión asciende a \$86.467.262. Los productores aportarán \$39.765.262 correspondientes especialmente a mano de obra, semilla, fletes de insumos y fletes para la comercialización de la yuca. En condiciones de precios promedio de \$120.00 por kilogramo de yuca fresca, el proyecto generaría una rentabilidad mensual del 4.66%, y los beneficiarios obtendrían utilidades del orden de los \$48.780.738 en un período de un año. La asociación obtendría un margen de comercialización de \$7.615.698.00 (3.0% del valor bruto de las ventas) al vender el producto en seco a un precio promedio de \$480.00 por kilogramo.⁸
- Otros proyectos en marcha en el municipio tienen que ver con la producción de peces a través de la Asociación Productora de Peces El Prado y del proyecto productivo Truchiagrícola ASOCEAS⁹

Municipio de Valle de San Juan

Estructura de la Propiedad. Con respecto al uso del suelo, el 63,52% del territorio se encuentra en pastos; el 10,53%, está dedicado a la explotación agrícola; el 5,55% son bosques; y el 15,04%, áreas dedicadas a otros usos. En la Tabla 3-59 se muestra dicha distribución.¹⁰

⁸ http://www.confecampo.com/planes_de_negocios/PDF/asoesperanza.pdf

⁹ CONVOCATORIA PÚBLICA PARA COFINANCIAR PROYECTOS PRODUCTIVOS ACUÍCOLAS. LISTADO OFICIAL PROYECTOS ELEGIBLES PARA ASIGNACIÓN DE RECURSOS.

¹⁰ Pagina web del municipio

Tabla 3-59. Usos del suelo

Usos	Hectáreas	%
Agrícola	2.085,5	10,53
Pastos	12.577,6	63,52
Bosques	1.098,2	5,55
Guadua	200	1,01
Sin producción	861,2	4,35
Otros usos	2.977,5	15,04
Total	19.800	100

Fuente. EOT. Valle de San Juan.

En el Valle de San Juan existe un gran número de propietarios (52,38%) de minifundios ó predios menores de 10 hectáreas, que representan el 57,77% de los predios totales del municipio, sin embargo, esta gran cantidad de propietarios son solo dueños del 12,02% del área rural total municipal. Lo que plantea que en el municipio existe una marcada concentración de la propiedad sobre la tierra en predios mayores a 10 hectáreas, que representan el 42,23% del total de predios.

Predios entre 10 y 50 hectáreas representan el 34,45% del total de predios, concentrados en un 36,82% de los propietarios del municipio y ocupando un 43,92% del área rural total. La mayor participación en este rango la encontramos en los predios mayores de 20 hectáreas (con el 17,09% de predios y el 18,17 % de propietarios en un área rural de 30,14%).

En el rango de 50 a 200 hectáreas, tienen una participación del 7,23% de los predios en manos de un 10,38% de propietarios y sobre un área rural del 36,23%. Los predios superiores a 200 hectáreas representan el 7,83% del área rural total municipal, concentrada en el 0,42% de propietarios, representando el 0,54 de predios del Valle de San Juan (Tabla 3-60).

Tabla 3-60. Estructura de la propiedad Valle de San Juan

Rango (has)	Predios		Propietarios		Área	
	No.	%	No.	%	(Has)	%
< 1	155	14,01	201	12,13	66,8	0,34
1-3	147	13,29	184	11,10	268,4	1,37
3-5	126	11,39	151	9,11	493	2,52
5-10	211	19,08	332	20,04	1527	7,79
57,77			52,38		12,02	
10-15	122	11,03	218	13,16	1465,4	7,48
15-20	70	6,33	91	5,49	1235	6,30
20-50	189	17,09	301	18,17	5904,5	30,14
34,45			36,82		43,92	

Rango (has)	Predios		Propietarios		Área	
	No.	%	No.	%	(Has)	%
50-100	54	4,88	120	7,24	3646	18,61
100-200	26	2,35	52	3,14	3452	17,62
7,23			10,38		36,23	
200-500	6	0,54	7	0,42	1535	7,83
0,54			0,42		7,83	
TOTAL	1106	100	1657	100	19593,10	100

Fuente: Secretaría de desarrollo URPA. 2001

En la década pasada hasta la fecha se ha presentado un fraccionamiento de la propiedad, especialmente en los predios de tamaño intermedio o sea aquellos de menos de 30 has¹¹. La razón principal que explica este fenómeno en primer lugar, es la necesidad de obtener ingresos adicionales a la actividad tradicional y en segundo lugar, la incorporación de nuevos productores familiares.

Aunque los niveles de concentración de tierra son altos, los índices de propiedad de la misma indican que en el área urbana predomina la forma de tenencia de propiedad de los predios y en el área rural predomina la forma de tenencia de propiedad seguida del arrendamiento y la aparcería. El 79.25% de los productores son propietarios de sus parcelas, lo que asegura la permanencia de los campesinos debido a la seguridad que proporciona la titularización de los predios. Las otras formas de tenencia y usufructo de las explotaciones son: arrendamiento, que participa con un 5.7%; aparcería, con el 15% (Tabla 3-61).

Tabla 3-61. Tenencia de la tierra del Municipio del Valle de San Juan

FORMA	Nº PRODUCTORES	PARTICIPACIÓN
Propiedad	1325	79.25%
Arrendamiento	83	5.75%
Aparcería	249	15.0%
Total	1657	100%

Fuente: UMATA.- 2000.

¹¹ Comparando los registros de la Ficha Veredal de Colombia (Fondo DRI – DANE) y los registros del IGAC 1997.

En la Tabla 3-61 se presentan las cifras correspondientes a la distribución de los productores según tenencia de la tierra para la zona de interés en el actual estudio. Las formas de tenencia más comunes en la región son en su orden de importancia: la propiedad y la aparcería. El arrendamiento surge como forma de sujeción económica, dadas las condiciones de productividad y la presión sobre la tierra; adicionalmente es usual entre los campesinos de la región el arrendamiento de la tierra con el fin de compartir esfuerzos y utilidades, tanto en la producción agrícola como en el levante de ganado.

Sistemas de producción. La agricultura comercial y la ganadería extensiva son la base económica de la región y se destacan, por su área sembrada y los ingresos que generan, los cultivos de maíz (Tabla 3-62), sorgo, café, caña y frutales de clima cálido. No menos importante en el ámbito de generación de ingresos, se ubica la ganadería lechera y de carne que porcentualmente ocupa al año, una superficie semejante a la destinada para la agricultura.

Tabla 3-62. Veredas y áreas sembradas en maíz

Vereda	No. Has. Sembradas en maíz
Cabuyal	450
Hijo del valle	600
Neme	180
Aguas claras	40
Buenvista baja	35
Dinde	141
La manga	120
Capote	160
Tierras blancas	25
Tasajeras	70
Vallecito	30
Santa rosa	25
San jacinto	25
Guasimito	15
Imán	10
TOTAL	1926

Fuente. E.O.T. 2001

El maíz es el cultivo más relevante en el municipio del Valle de San Juan y se puede considerar como el cultivo colonizador puesto que de él depende económicamente el 70% de la población. Según los reportes de los pobladores desde la fundación del municipio se cultiva el maíz tradicional amarillo y blanco del que se obtenía una producción de dos toneladas por Ha. Para el año 2000 en este municipio se obtuvo un rendimiento promedio por hectárea de 4.5 ton y se alcanzó hasta 7 toneladas por hectárea. Esto se debe principalmente, a las grandes ventajas que tiene como son los suelos fértiles y planos, clima ideal y la cultura tradicional maicera de su población para cosechar el maíz. Dentro de las asociaciones de productores de maíz en el departamento del Tolima se encuentran “Asomaiz” constituida en el Valle San Juan, con 170 socios, quien realizó en el año 2000 contratos a futuro con Promasa S.A para el

suministro del producto. Las utilidades del producto de maíz en el municipio ascienden a \$2'500.000.

En 1999 la producción de arroz representó el 8.3% del valor de la producción agrícola total, generando ocupación a numerosos trabajadores tanto del sector industrial como del agrícola principalmente. En el Valle de San Juan se ha establecido este cultivo en las veredas Santa Rosa y Capote, en las cuales se tienen distritos de riesgo especiales. El rendimiento de la producción por hectárea es de 70 cargas o de 8.8 toneladas. La venta de la producción de una hectárea equivale a la suma de \$3.640.000 y las utilidades por hectárea es de \$1.066.000, la comercialización del producto se realiza en la Ciudad de Ibagué y el Espinal.

A diferencia del maíz, el sorgo es un cultivo altamente mecanizado y se maneja con una tecnología relativamente avanzada. Se encuentran cultivos semestrales en las veredas El Dinde, Hijo de Valle y El Neme.

El cultivo de la Yuca representa una fuente importante de ingresos para el sistema de producción de subsistencia en el Valle de San Juan. Es un cultivo con poca ó ninguna implementación tecnológica, sembrándola de forma tradicional. La cosecha se efectúa en forma manual, con producción promedio de 15 Ton/Ha, en la actualidad se cultivan 30 hectáreas de las cuales se comercializan en el mismo Municipio y en Ibagué con un precio de \$280.000 tonelada. La producción de una tonelada es de 6000 kilos que equivalen a \$1.800.000 por hectárea anual y los costos de producción son de \$1.508.850. Las utilidades que generan al agricultor son de \$291.150 por hectárea anual, el cultivo es relevante a las Zonas planas del Municipio.

El Café es uno de los cultivos tradicionales del Municipio, ubicado en las veredas Buenavista Alegría, Buenavista Alta, Buenavista Sedalia, El Imán, Vallecito, San Jacinto, Guasimito, Tierras Blancas. Desde 1958 se establecieron 50 hectáreas en las veredas antes mencionadas, de Variedad Arábigo, con una producción anual de 0,5 toneladas, en 1978 cambiaron por Variedad Caturra, donde la producción mejora a 3000 árboles por hectárea y se obtuvo una tonelada por hectárea debido a la aparición de la enfermedad de la Roya, esto obligó a los agricultores a cambiar definitivamente de Variedad. En 1985 se plantaron 5.000 Especie por hectárea de Variedad Colombia, la cual es resistente a la Roya, obteniendo una producción de dos toneladas por hectárea. En la actualidad se encuentran 150 hectáreas establecidas en las veredas mencionadas, el producto es comercializado en el Municipio de Rovira, los agricultores no comercializan el producto en el Valle de San Juan por falta de vías de penetración hasta el Casco Urbano y por no haber un punto de compra del producto, la producción de una hectárea equivale a una carga el precio de compra es de \$330.000 y la tonelada cuesta \$2.640.000.

Este sistema se describe como un arreglo asociado entre el cultivo principal café con frutales de clima medio (Tabla 3-63), plátano, aguacate, y pastos o caña. Se presenta en alturas que van de los 1.000 a los 2.000 m.s.n.m. Se encuentran fincas que dedican parte de su área, a la ganadería de doble propósito en pequeña escala.

Tabla 3-63. Cultivo de café por vereda

Vereda	Área (Ha.)	No. Plantas
Agua clara	0,7	1960
Alegria	1,2	3243
Buenvista	45,8	183119
Buenvista alta	225,7	891911
Buenvista baja	2,9	12573
El iman	25,4	84932
Guacimito	1,2	4938
San jacinto	148	601697
Tierras blancas	9,3	29586
Vallecito	361,1	1482551

Fuente. EOT 2001

Asociado al sistema de producción cafetero, el plátano tradicional se presenta sobre todo en las veredas Buenvista Alta, Vallecito, Tierras Blancas. Este cultivo ha alcanzado un aceptable desarrollo en el Municipio del Valle de San Juan, con importante aporte a la dieta de la población. Se vende por kilo a \$200 y la producción de 9 toneladas por hectárea equivale a \$2.000.000 y los costos de producción de la misma es de \$1.305.000, las utilidades por hectárea es de \$1.105.000 anuales. En la actualidad se encuentran establecidas en las Veredas antes mencionadas una cantidad de 100 hectáreas, el producto es comercializado en el Municipio de Rovira y Valle de San Juan, esto se debe a los limitantes mencionados.

El cultivo de caña se presenta en la Vereda Tierras Blancas, es un cultivo tradicional en el Municipio, en el año 1953, se plantaron 35 hectáreas de la Especie Criolla. En el año 1999 se encuentran plantadas 10 hectáreas de las Variedades Palvireñas y Reina, las cuales producen 16 cargas por hectárea. La carga se compra por 175 kilogramos, la comercialización del producto se hace en un 20% en el Municipio de Valle de San Juan y el 80% en el Municipio de Rovira, por la falta de vías de acceso al Municipio y comercialización del producto no es traída toda la producción hasta el Casco Urbano. Se vende la carga a \$100.000, este cultivo no se tecnifica adecuadamente y sus utilidades son muy pocas.

Los sistemas de producción pecuaria en el municipio se presentan en las zonas de Valle y Montaña en Ladera, con ganadería extensiva de razas criollas, pardas y cebú y de doble propósito, especialmente en las veredas Tasajeras, Cabuyal, La Manga, Buena Vista Baja, El Neme, Alegría, Guasimito, Tierras Blancas (Tabla 3-64).

Tabla 3-64. Producción pecuaria por Vereda

Tipo de carne	Vereda	Cantidad
BOVINOS	Neme	35.636 Kilos
	La Manga	30.200 Kilos
	Capote	28.838 Kilos
	Santa Rosa	33.824 Kilos
	Hijo del Valle	22.650 Kilos
	Buenvista Baja	25.670 Kilos
TOTAL	176.818 Kilos	
CONSUMO INTERNO	176.818 Kilos	
IBAGUE Y PAYANDE		
BOVINOS	Neme	22.500 Kilos
	La Manga	12.150 Kilos
	Santa Rosa	9.000 Kilos
	Hijo del Valle	45.000 Kilos
TOTAL	88.650 Kilos	
PORCINOS	Neme	1542 Kilos
	Dinde	1157 Kilos
	Hijo del Valle	926 Kilos
	La Manga	617 Kilos
	Poblado	2314 Kilos
TOTAL		6556 Kilos
CONSUMO INTERNO	6556 Kilos	
	Hijo del Valle	3600 Kilos
MATADERO IBAGUE	3600 Kilos	
AVES		
	CONSUMO INTERNO	
	Neme	2.000 Kilos
	Poblado	2.800 Kilos
TOTAL	4.800 Kilos	
	CONSUMO IBAGUE	
	Dinde	20.000 Kilos
	Neme	4.000 Kilos
TOTAL	24.000 Kilos	

Fuente. EOT 2001

El sector secundario hace referencia a la transformación de materias primas para obtener un valor agregado por la manufactura. En el municipio del Valle de San Juan se puede decir que no existen industrias que permitan generar y dinamizar el desarrollo más acelerado, sin embargo, para el municipio se están realizando estudios para el montaje de una planta procesadora de maíz para la obtención de subproductos como almidón, gluten, aceite, entre otros.

El sector terciario en la actividad económica local está representado por la existencia de establecimientos dedicados a la prestación de servicios sociales y personales en salud, educación, servicios financieros estatales y privados, funciones de las administraciones

municipal y departamental, servicio de Policía, además de la oferta de bienes y servicios a través de los diferentes establecimientos comerciales con presencia en la cabecera urbana y el área rural, así como también de actividades del transporte a nivel municipal e intermunicipal.

Figura 3-86. Establecimientos actividad-Municipio Valle de San Juan

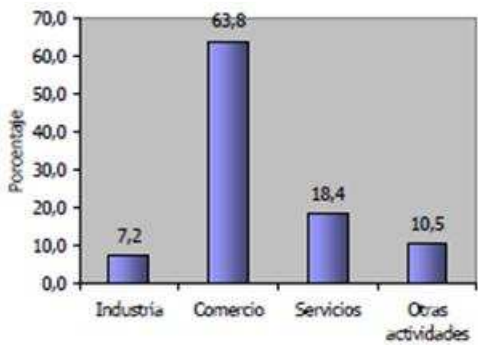


Figura 3-87. Establecimientos según escala de personas ocupadas en el mes-Municipio Valle de San Juan

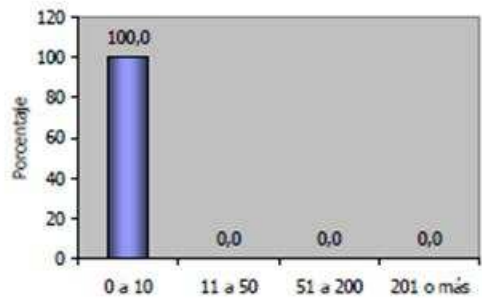
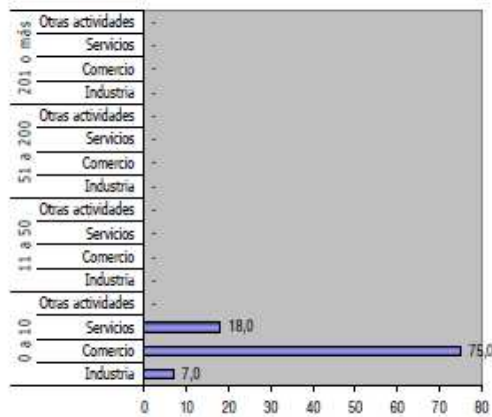


Figura 3-88. Establecimientos según escala de personas por actividad económica-Municipio Valle de San Juan



Fuente. DANE. 2005

Mercado laboral. La principal actividad laboral de la población se presenta en las labores agropecuarias y en el comercio y los servicios, siendo la alcaldía una buena generadora de empleo. La comunidad se queja de desempleo, pues las actividades agrícolas son estacionarias, dependiendo de las épocas de siembra y cosecha. La actividad pecuaria no es gran generadora de empleo, aunque el mantenimiento de las fincas y el ganado emplea por jornales.

Finanzas Municipales. El caso de Valle de San Juan es realmente crítico. A la sumatoria de deudas que dejaron las alcaldías pasadas se le agrega el desorden de la propia administración municipal, que ya está bajo el ojo vigilante de la Contraloría departamental por no entregar los informes respectivos a este ente de control. Por esa razón, existen cuatro procesos sancionatorios que ya están en trámite y a punto de fallar. "No tenemos presupuesto para

trabajar porque el municipio está comprometido en la parte presupuestal con 1.700 millones de pesos por los cuatro años de nuestro mandato (de un presupuesto de 2.024 millones de pesos), así es muy difícil, porque no nos deja cómo hacer inversión" resaltó el Alcalde.¹² El 55.59% de los recursos corresponden a transferencias de la nación, que el 92.84% de los ingresos están destinados a gastos de funcionamiento y que está calificado en el puesto 46 con respecto a los demás municipios del Departamento del Tolima

Vereda El Dinde

Estructura de la propiedad. En el 95% de los predios viven propietarios y un 5% están habitados por agregados. El 80% de los predios tiene en promedio de 1 a 5 ha, un 10% de 5 a 20 ha, un 9% de 20 a 100% y un 1% entre 100 y 500 Ha.

Sistemas de producción. En la vereda se encuentran gallineros, ganado, cerdos y algunos estanques piscícolas. En cuanto a la producción agrícola, se tiene una gran parte del área dedicada a pastos para ganado, algunos cultivos pequeños de maíz y en general cultivos de pan coger. La producción agropecuaria es utilizada para el consumo familiar y los excedentes para la venta en la misma vereda o en la cabecera municipal.

Mercado laboral. Las principales actividades laborales en la vereda son el jornalero en los hombres y las labores de la casa en las mujeres. En general las personas no tienen un trabajo fijo, lo hacen en sus parcelas. El valor del jornal es de aproximadamente \$22.000, subsistiendo de otros ingresos como la venta de huevos, de cosechas, marranos. El promedio de ingresos familiar es de \$200.000 mensual pero es fluctuante dependiendo de la época del año y la cosecha. Existen en la vereda un promedio de 80 personas entre hombres y mujeres en edad de trabajar que están desempleadas. En la vereda existe solo una empresa que muele tusas de maíz y solo tiene un empleado. En las veredas vecinas hay canteras pero la gente no cuenta con ellas como empresas generadoras de empleo.

Proyectos de desarrollo. Indica la JAC que actualmente no hay proyectos. Se están gestionando recursos para realizar rutas ecológicas que involucran a la vereda pero no hay nada serio aún. El único proyecto que actualmente funciona de manera parcial y privada es el de turismo ecológico de la familia de apellido Feria pero falta mucho para consolidarse como un proyecto sólido.

¹² Municipios de Coyaima y Valle de San Juan son los peor calificados del Tolima por manejo fiscal 17 de julio de 2009. <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-5644313>.

3.4.4.2 Área de Influencia Directa (AID)

Vereda de Caracolí

Estructura de la propiedad. El 80% son propietarios o poseedores, 10% agregados, 5% jornaleros y 5% arrendatarios; no existe la figura de aparcería en la vereda. En la vereda hay 30 predios que tienen entre 1 a 5 ha, de 5 a 20 Ha 10 predios, entre 20 a 100 Ha 35 predios, de 100 a 500 Ha 8 predios; no hay predios superiores a 500 ha.

Sistemas de producción. En la actividad agrícola sobresale el cultivo de ahuyama con 50 ha, le sigue el mango con 25 ha, el aguacate con 15 ha, el maíz con 10 ha. y el tomate con 5 ha respectivamente. En la vereda se tienen en algunos criaderos de pollos y de marranos para la venta, aunque se crían principalmente para el consumo y la venta de huevos. En la vereda se encuentran gallineros, ganado, cerdos y algunos estanques piscícolas.

Mercado laboral. Las principal actividad de los hombres es el del jornaleo y el comercio y la de las mujeres el comercio y las labores del hogar. Aproximadamente 20 personas reciben salario, las horas promedio de trabajo son de 8 horas de lunes a viernes, el valor del jornal es en promedio de \$25.000. Aunque la JAC manifiesta que recibe en promedio \$800.00 de ingresos mensuales, según lo indagado en otros sitios el alcance del mismo puede ser entre \$200.000 y \$250.000 mensuales. Hay aproximadamente entre 50 hombres en edad de trabajar desempleados y 40 mujeres en las mismas condiciones.

En la vereda hay alrededor de 5 empresas entre trituradoras y canteras, algunas personas trabajan en ellas pero la proporción es tan baja que la gente no cuenta con ellas como empresas generadoras de empleo. La empresa Cemex en ocasiones contrata personal de ésta vereda dado que la misma pertenece al corregimiento de Payandé y éste a su vez es área de influencia directa de la empresa.

Proyectos de desarrollo. En la actualidad según lo señalado por la JAC no hay proyectos de desarrollo que estén funcionando o en gestión.

3.4.5 Dimensión cultural

3.4.5.1 Área de Influencia Indirecta (AII)

Comunidades no étnicas.

Símbolos culturales. La situación geográfica del Tolima en el centro del país determina una zona de suma importancia para el intercambio cultural desde los períodos históricos más antiguos, hasta épocas modernas.

Las mujeres, a raíz de la llegada de los españoles, empezaron a modificar su vestuario típicamente indígena, llamado chircate, cambiándolo por faldas largas, angostas y con

pretinas, y como blusa, en tierra caliente, dos pañuelos grandes, uno adelante y otro atrás, anudados a la altura de los hombros y de la cintura. La “liquira” que usaban las indias como pañoleta anudada en el pecho con un broche de oro, fue sustituida en un principio por un pañolón de flecos, generalmente de color negro o rojo, proveniente de Cundinamarca. Posteriormente se adoptó la “mantilla” española que en vez de flecos tenía un ancho encaje bordado llamado “blonda”. La falda se fue modificando con el tiempo hasta tener gran colorido y amplitud. Se usaban floreadas o de un solo color, decoradas con randas de tonos encendidos y arabescos. Como falda interior se usaba “la enagua blanca” o pollera confeccionada en tela de Bretaña, recogida en la cintura con una pretina angosta y decorada con un letín ancho bordado en el ruedo que llegaba hasta los tobillos y se veía al bailar bambuco y raja leña.

Con estas faldas anchas se usaban blusas de holán blanco y delgado, ideal para climas cálidos. Tenían el cuello alto con arandelas, las pecheras con alforzas, letines o encajes, y las mangas, cuatro dedos abajo del codo, con pasa cintas y bordados. Las campesinas usaban trenzas adornadas con flores o con cintas de color rojo, gargantillas, collares, cadenas, pulseras y zarcillos de tonos llamativos que reflejaban la tradición indígena y daban colorido a las blusas blancas. El sombrero femenino llamado pastora, tenía ala ancha y cintas en colores vivos.

Los indios de la cordillera usaban capas y bonetes de pieles de animales (venados, conejos, pecaríes, etc.) para abrigarse, mientras que aquellos de tierra caliente andaban semidesnudos, especialmente los ribereños que acostumbrados a la pesca, no necesitaban ningún accesorio. Los españoles enseñaron a estos indios a usar “chingas” o taparrabos semejantes a los “guayucos” que usaban sus paisanos. Los indios montañeros, como los descendientes de los pijaos, aprendieron a usar ponchos de lana y sombreros de pelo que se traían de Santa Fe. El poncho era una capa cuadrangular confeccionada con lana virgen y abierta adelante que se modificó con los años hasta convertirse en la célebre ruana, mucho más cómoda, con una única abertura central para la cabeza, confeccionada en lana o en hilo según el clima. En las zonas cálidas los trabajadores usaban generalmente un pantalón corto y un tipo de pantalón largo, hecho en diagonal, con dos grandes orejas que pendían a los lados de la cadera y en los extremos tenían un ojal y un botón para apuntar. Simultáneamente al pantalón largo se fue desarrollando el pantaloncillo hecho con lienzo de la tierra, que se aseguraba en el tobillo con dos cordoncitos. En la cordillera no se usaba el pantalón de diagonal ya que era común el de paño con calzoncillos de lienzo. La camisa, en las dos zonas, era de colores tierra, tabaco y habano. El cuello era una faja de tres centímetros de ancha, las mangas eran largas con puño sencillo y cerrado y la pechera tenía alforzas de medio centímetro de anchas. En tierra caliente se usaba también una camisa cómoda de algodón blanco con rayitas azules y rojas, muy común para las actividades cotidianas, y que actualmente es la inseparable compañera del tolimense. En el valle del Magdalena el turbante que usaban los indios agricultores para soportar el calor se cambió por un estoperol hecho de hojas y ramas de palma que se fue modificando hasta convertirse en el sombrero jipijapa o murrayo y fue adoptado por campesinos y lugareños de todas las clases. Este sombrero sigue siendo el más usado no sólo en la vida diaria sino en las coreografías de danzas tradicionales y es el resultado de la industria de tejido de palma o iraca. El campesino del Tolima Grande nunca usaba cinturón, se aseguraba los pantalones con atadero de plátano o con una cabuya de donde colgaba el

machete o peinilla “crucera” en una cartuchera de flecos. Completaba el atuendo el pañuelo raboegallo anudado en el pecho que no faltaba nunca en ocasiones como fiestas y cabalgatas.

Los campesinos y campesinas tolimenses andaban descalzos. Los españoles enseñaron a aquellos dedicados a la agricultura a confeccionar las quimbas de cuero crudo de res. Estas sandalias, con correas angostas, los protegían del suelo caliente, de las espinas, de la humedad, etc. Las alpargatas, que se empezaron a usar más tarde y se volvieron muy populares, tenían suela de fique y capellada tejida de pabito o de lona, con pespuntos negros y rojos, amarrados con galones negros. También se usaban las “cotizas”, alpargatas de suela de cuero con capellada de lona, amarradas con galones negros, que se popularizaron en la cordillera. Las clases altas usaban chinelas que en tierra fría eran de paño y en tierra caliente de pana o dril de colores oscuros.

En cuanto a la música, el baile y en general los ritmos, se destacan:

- El Bambuco, que es una danza folclórica caracterizada por matices caprichosos e imprescindibles que no se encuentra en ninguna otra pieza musical del pueblo colombiano. Y son precisamente sus matices, paradojas y requiebros musicales los que le dan sentido criollo y toda su capacidad emocional. La letra en consonancia con la melodía es casi siempre un reclamo, una queja o una súplica. La danza del bambuco representa a la criolla sensual por excelencia: contiene el ímpetu inicial de la energía biológica que domina y subyuga las melodías maliciosas del ruego, dejando pendiente la fatiga de la victoria amorosa. Hay bambucos que se distinguen por el mayor o menor ritmo en su ejecución, por eso hay bambucos simples y bambucos fiesteros propios para las bandas o agrupaciones con instrumentos de percusión. Los movimientos del hombre son discretos, serenos, alegres y varoniles; la mujer se muestra tímida, pero baila con alegría y delicadeza. Hombre y mujer se tranzan en una lucha de conquista, donde el varón busca proximidad con acechos, atajos y coqueteos que ella esquiva ágilmente. Su estructura planimétrica es circular, predominando los ochos, además de círculos combinados con algunos cruces, avances y retrocesos.
- El Pasillo, que es el aire y la danza de la libertad, pues se gestó como expresión de alegría durante la independencia de España. Es el encuentro entre dos ritmos y danzas de muy opuesto origen: el torbellino de nuestros indígenas y el vals europeo. De las figuras clásicas de los vales, se formó una figura que quizá es la más marcada en el pasillo y es el valseo, en donde ambos, frente a frente, y el hombre tomando a la dama por la cintura, marcan los compases a lado y lado, o a veces atrás y adelante. También del vals retomó el balanceo que consiste en un giro constante y equilibrado entre hombre y mujer alrededor de todo el escenario o sobre su propio eje. Poco a poco la costumbre de acelerar el vals para imprimirle mayor alegría y libertad en las fiestas, fue liberando este ritmo de las influencias europeas; en este cambio de ritmo comenzó el verdadero nacimiento del pasillo como aire y danza autónoma, siempre basado en el compás de $\frac{3}{4}$.
- El Torbellino, danza folclórica de melodía limitada, son ligero y vivaz en que el tiple acompaña a los cantores para entonar copla tras copla en las fiestas populares. Es un

recurso musical del que se valen los cantores del pueblo para variar el ambiente de las fiestas y dedicarse a hacer picantes alusiones a las personas que hacen parte del festival. La importancia y el carácter folclórico de esa música monótona está en la improvisación de las coplas.

- La Guabina: Su melodía deriva de las viejas mazurcas, de las polkas y de los boleros españoles usuales en el siglo XVI. En todos los pueblos de la llanura tolimense, donde está vigente la tradición folclórica, se toca, se canta y se baila la guabina. Su aire es inconfundible y la frase musical de la composición es muy variada. Muchos músicos tolimenses del pasado y presente han compuesto guabinas.
- El Sanjuanero: Danza folclórica de carácter amoroso y de conquista con raíces indígenas en su paso contenido y en la pulcritud de su ejecución. Al bailar nuestros antepasados apoyaban todo el pie y la discreción de las campesinas no les permitía mostrar más arriba del tobillo. El sanjuanero fue un baile del Tolima Grande, conformado por lo que hoy es el Tolima y Huila, que desde siempre tuvo gran acogida en todo el país por su elegancia, vistosidad y alegría. El sanjuanero tolimense se diferencia del huilense por ser más alegre y original. Se caracteriza por la conquista que hace el hombre a la mujer, cuyo lenguaje se interpreta en la coreografía al realizar figuras relacionadas con el idilio.

Patrones de asentamiento. Inicialmente los pobladores del Tolima se ubicaron en las riveras de los ríos ya que su economía dependía de los recursos que de ellos se derivaban, condición que hoy permanece. Aunque son pocas, las evidencias muestran que los patrones de asentamiento fueron pequeños grupos de pobladores que convivían en la región con su propio desarrollo económico, social y cultural. Según los planteamientos del historiador Adolfo Triana Antorveza los nativos que enfrentaron el proceso colonizador en el Tolima desarrollaron formas organizativas diferentes a las comunidades organizadas en cacicazgos, confederaciones y demás jerarquizaciones propias de otras culturas aborígenes. Las relaciones que se dieron al interior de los segmentos o parcialidades eran determinadas por el parentesco, formando clanes consanguíneos que vivían esparcidos por el territorio, no sujetos a formas jerárquicas de administración centralizadas. Las agrupaciones o segmentos no se constituían en verdaderas tribus sometidas a un jefe a quien se pagara un tributo como forma de coacción económica, como si existió en otras culturas precolombinas, se trataba más bien de líderes. Por la condición guerrera del pueblo pijao, se cree que su organización social era de tipo piramidal, con una cabeza visible que entre los años 1605-1610, era el famoso cacique Calarcá.

Apropiación de recursos naturales. La población tolimense y en especial la de los municipios que hoy tienen explotación minera, viene incrementando su conocimiento y valoración de los recursos naturales, gracias a un proceso de divulgación sobre su importancia, producido por las ONGs contra minería, aunque esta divulgación esté desorientada y exagerada. Sin embargo, el resultado es que hoy la comunidad en general da más importancia al medio ambiente. Esto se observa en las discusiones participativas generadas alrededor del tema de LA COLOSA en Cajamarca, en los esfuerzos que hacen las empresas de alto impacto para minimizar sus efectos ambientales y sociales como CEMEX en Payandé – San Luis y en

general en la reacción de la comunidad ante la eventualidad de nuevas actividades mineras. Cabe destacar que esto no ha sido un obstáculo para que la región y los municipios, contemplen el desarrollo minero e industrial como una muy buena alternativa para mejorar sus ingresos y la calidad de vida de la comunidad en general.

En todo caso, la comunidad de hoy busca alternativas de solución también a las afectaciones que ella misma produce en los recursos naturales, como por ejemplo el uso del gas natural y el propano para disminuir los niveles de deforestación, entre otras medidas adoptadas.

Resolución de conflictos. La comunidad tolimese y específicamente la de San Luis, es una comunidad tranquila, que busca resolver sus conflictos por medio de las vías legítimas, la personería, los líderes tradicionales y las formas judiciales. Ha sido una comunidad que ha sufrido los efectos de la violencia por parte de los grupos armados, la parapolítica, los paramilitares, grupos guerrilleros y por lo tanto, aprovechando la paz que se siente en los últimos años, trabaja por mantener dicha condición y recuperar su tejido social.

Procesos de aculturación. Los procesos de aculturación se presentaron hace muchos años, con el ingreso de costumbres agrícolas diferentes, el uso de pesticidas y fertilizantes, la explotación de canteras y la actividad minera en general. Hoy la comunidad mantiene aquellos elementos culturales que le son importantes, como la música, el ritmo, la alegría, el baile, los platos típicos y en fin, los que les permiten recordar a sus ancestros. No se prevé que con un proyecto en la zona se presenten más cambios culturales.

- *Municipio de Valle de San Juan*

Los aspectos culturales de este municipio son iguales a los del municipio de San Luis, es decir se asimila la cultura tolimese con sus festividades, música, baile, comidas típicas y en general la forma de ser abierta y alegre de su gente. En la Tabla 3-65 se tienen las fiestas tradicionales del municipio.

Tabla 3-65. Festividades del Municipio Valle de San Juan

Ferias y Fiestas	Fechas	Comentarios
Fiesta de San Juan	24 de Junio	Se realiza en la cabecera municipal en donde la vereda participa.
Sanjuanerito	Junio	Se realiza antes de salir a vacaciones en la cabecera y la vereda participa
Fiesta de San Isidro	Noviembre	Se celebra en la cabecera municipal
Fiestas Patronales	20 Marzo	Se celebra en la cabecera municipal. La iglesia fue declarada Santuario
Fiestas de la Virgen del Carmen	16 de Julio	Se celebra en la cabecera
Fiesta de las Velitas	8 Diciembre	Se celebra en cada casa y en la cabecera se hace un recorrido en honor a la Virgen María.

Fuente: Esquema de ordenamiento territorial de San Luis

- *Vereda El Dinde*

Arraigo y sentido de pertenencia. Tienen un nivel de arraigo y sentido de pertenencia fuertes, los cuales se han ido cultivando desde la alcaldía desde hace aproximadamente 10 años con la ejecución de proyectos que involucraran el rescate cultural del patrimonio material como los petroglifos y cultura cerámica de la región. El complejo rupestre es llamado “La piedra de letras”. Estos proyectos se han venido realizando con el objetivo de “conocer el estado en que se encuentra el patrimonio cultural de la región y la posibilidad de que éste sea revalorizado, como un elemento fundamental para la construcción de la identidad regional y como un posible recurso para el desarrollo turístico y la apertura de futuras fuentes de empleo.”¹³

Procesos de aculturación. Las prácticas económicas que actualmente están en la región como la explotación minera, la inclusión de nuevos tipos de cultivo y con ello todo lo que eso deriva y en general los procesos de asentamiento son factores claves en este proceso de aculturación en la vereda.

Relación con el entorno ambiental. La relación con el entorno es buena, tienen mucha conciencia de sus problemas ambientales y todos los cambios que pueden generarse en su entorno, dado el caso de que ingresen nuevas empresas a la zona, hacen énfasis en el incremento del ruido, de las emisiones de polvo y gases y en el daño paisajístico que ello pueda ocasionar.

Comunidades étnicas.

En el área no hacen presencia comunidades étnicas.

3.4.5.2 Área de Influencia Directa (AID)

Vereda Caracolí

Arraigo y sentido de pertenencia. En esta vereda el arraigo y sentido de pertenencia es menor que en la vereda El Dinde en gran parte por su localización geográfica, pues la cercanía con el corregimiento de Payandé los influencia bastante.

Procesos de aculturación. Los procesos de desarrollo que ha sufrido la vereda debido a la explotación de recursos mineros, la presencia de empresas trituradoras y de la empresa CEMEX, han generado cambios culturales.

¹³ Tomado de http://desarrollo.ut.edu.co/tolima/hermesoft/portal/home_1/rec/arc_14199.pdf

Relación con el entorno ambiental. La relación con el entorno ambiental es aceptable, aunque tienen claro que no tienen estrategias de protección de los recursos naturales en las cuales la comunidad se integre hacia el mismo objetivo, es decir, están preocupados por sus caños y quebradas que ya han muerto pero no hacen nada al respecto.

3.4.6 Dimensión político organizativa

3.4.6.1 Área de Influencia Indirecta (AII)

Municipio de San Luis

Aspectos políticos. El alcalde electo para el período 2008 – 2011 fue Silverio Góngora Martínez, perteneciente al partido conservador Colombiano. El Consejo Municipal por su parte, quedó constituido como se observa en la Tabla 3-66:

Tabla 3-66. Concejo Municipal de San Luis

Partido	Candidato
Partido Conservador Colombiano	Segundo Lozano Lozano
	Rufino Montaña Carrillo
	Abdonias Rodriguez Guarnizo
Partido Convergencia Ciudadana	Jose Antenor Vergara Barreto
	Hermelinda Gamba
Partido Liberal Colombiano	Luis Saldaña Saiz
	Lucas Mauricio Perdomo Vela
Partido de la U	Milton Rojas Murillo
	Hernan Feria Rubio
Movimiento Alas-Equipo Colombia	Gilsson Nibaldo García Murillo
Partido Cambio Radical	Jose Eulogio Tique Barrero

Fuente. Registraduría Nacional de la República.

Municipio de Valle de San Juan.

Aspectos políticos. El alcalde del municipio Valle de San Juan, elegido popularmente en las elecciones del 2007, para el período 2008 – 2011 fue Germán Guarnizo Bonilla, perteneciente al partido Convergencia Ciudadana.

El consejo Municipal por su parte quedó elegido como se muestra en la Tabla 3-67, destacándose la mayoría de miembros pertenecientes al partido conservador

Tabla 3-67. Concejo municipal del Valle de San Juan

Partido	Candidato
Partido Conservador Colombiano	Giovani Suarez Monroy
	Flor Maria Suarez Gutierrez
	Diogenes Cerquera Salas
	Felix Tiberio Barreto Guzman
	Leonardo Leyton Susunaga
Partido Convergencia Ciudadana	Adalber Ernesto Ramirez Giron
	Elsa Barreto Suarez
	Abraham Rivera Ospina
Partido Liberal Colombiano	Jose Humberto Perez Agudelo

Fuente. Registraduría Nacional de la República.

Presencia Institucional y organización comunitaria. En el área de influencia tanto indirecta como directa hace presencia el ICBF con programas de madres comunitarias y de refrigerios escolares. Acción Social hace presencia con el programa Familias en Acción y la Red JUNTOS. El SENA hace presencia con programas de capacitación en tecnologías agropecuarias, tales como “injertos de árboles” y otros similares. Estas capacitaciones son dictadas en la cabecera municipal de San Luis pero la comunidad no asiste a ellas debido a que no ve beneficios económicos directos. La presencia de las alcaldías es poca debido a sus limitantes económicas. Sin embargo la comunidad de El Dinde si muestra mucho interés en los programas de capacitación que brinda el SENA.

Las comunidades tienen facilidad para la organización comunitaria y esto se demuestra por la existencia de asociaciones de productores agropecuarios y por los altos niveles de gestión de las Juntas de Acción Comunal.

3.4.6.2 Área de Influencia Directa (AID)

En la Tabla 3-68 se muestra la conformación de las Juntas de Acción comunal de las veredas en estudio, con sus respectivas directivas y números de contacto.

Tabla 3-68. Juntas de acción comunal

Nombre	Cargo	Teléfono
CARACOLI		
Alberto Rengifo	Presidente	313 434 75 23
Humberto Barrero	Fiscal	
Maritza Rubio	Tesorera	
EL DINDE		
Luz Dary Vargas	Presidenta JAC	312 590 5048
Luz Day Cabezas	Secretaria JAC	

Nombre	Cargo	Teléfono
Alfonso López	Fiscal	312 413 22 01
Maria de los Ángeles Cañizares	Tesorera	

Fuente: Trabajo de campo realizado por Araújo Ibarra & Asociados S.A. Noviembre de 2010

Foto 3-42. Mapa parlante Vereda Caracolí

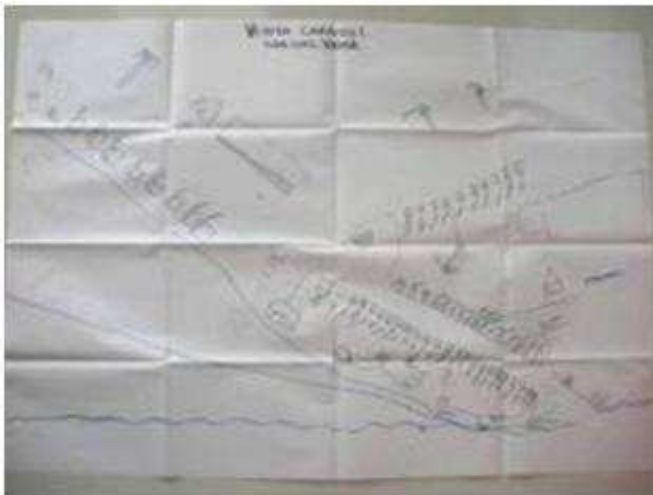


Foto 3-43. Mapa parlante Vereda El Dinde



Fuente: Trabajo de campo realizado por Araújo Ibarra & Asociados S.A. Noviembre de 2010

3.4.7 Tendencias del desarrollo

En el municipio de San Luis no se visualizan muchas oportunidades de desarrollo, más allá de los proyectos de mejoramiento de calidad de vida que pueda desarrollar la alcaldía o impulsar CEMEX como única gran empresa presente en el municipio, aunque existen algunas iniciativas de proyectos asociativos de producción agropecuaria, como ya se vio en este documento.

Solo la exploración y explotación minera y las empresas con estas actividades y otras de carácter industrial que puedan llegar al municipio, podrían generar más empleo para la comunidad, mas ingresos por ICA para el municipio y mediante alianzas estratégicas del sector privado con el sector público y las políticas de responsabilidad social de dichas empresa, generar proyectos de desarrollo económico y social para la población.

3.4.8 Información sobre la población a reasentar

No se detectó población para reasentar, dado que el sitio donde se construirá y operará la planta cementera es un lote que pertenece a la empresa, que además ha venido comprando otros predios vecinos o cercanos, con el fin de que en ellos no se encuentre población susceptible de ser afectada y de que en dichos predios se impulsen proyectos industriales, respondiendo así a la intención que tiene el municipio al declarar esta franja de terreno como zona industrial.

3.5 Zonificación ambiental y sensibilización ambiental

3.5.1 Zonificación ambiental

La zonificación ambiental es uno de los resultados de la descripción y caracterización ambiental, que permite obtener una síntesis del diagnóstico y una visión espacial global de las condiciones sociales de los ecosistemas y recursos naturales, que ofrece el área de estudio y establece el grado de sensibilidad ambiental frente a la realización de las diferentes actividades productivas y de manera particular para el desarrollo del proyecto de construcción y operación de la planta procesadora de cemento.

La zonificación de manejo ambiental del área de estudio debe estar referida tanto a lo social como a los ecosistemas y los recursos naturales afectables por las diferentes actividades productivas, en tal sentido contemplarán las áreas descritas en la Tabla 3-69:

Tabla 3-69. Zonificación ambiental

Área	Potencial
Áreas de régimen especial	En cuanto al área de estudio, no se encuentran áreas de Régimen Especial o ecosistemas legalmente establecidos. Es decir, no es un área que presente restricciones de carácter legal, que tenga ingerencia sobre la posibilidad de ejecutar el proyecto.
Áreas protectoras	En el área del proyecto de la planta, las áreas protectoras se encuentran contenidas dentro de las áreas con bosque natural secundario en las partes bajas entre las colinas y Bosque de Galería que se encuentra protegiendo la orilla del río Luisa. Esta vegetación resulta de vital importancia para la protección de los cauces y el mantenimiento del recurso hídrico de la zona en época de sequía.
Áreas de inestabilidad geotécnica.	Se puede observar que dentro del Área de Estudio, se presenta una zona de altas pendientes donde afloran rocas de grano fino de la Formación Villeta.

Área	Potencial
Micro cuencas de acueductos	En el área de influencia directa no se encuentran microcuencas de acueductos.
Nacederos y zonas de recarga hídrica	No se observó la existencia de nacederos en el área del proyecto.
Áreas de desarrollo agropecuario.	El área es de actividad agropecuaria aprovechando los extensos pastos naturales en la zona, aunque es importante recalcar que dicha actividad se desarrolla de manera semi-extensiva.
Áreas de infraestructura productiva (energía, minería, industria)	Aunque regionalmente, se encuentra infraestructura productiva relacionada con la misma actividad de exploración y explotación de minerales como la caliza, dentro del área en sí no se tiene referencia que se haya desarrollado esta actividad o se encuentre otro tipo de infraestructura productiva. En cuanto a asentamientos poblacionales no se presentan centros poblados, las viviendas son aisladas con una baja densidad.
Áreas de interés arqueológico	En el lote que se va a instalar la planta, ya se realizó la adecuación del terreno. Teniendo en cuenta lo enunciado en el subcomponente arqueológico, si se van a ejecutar explanaciones nuevas, deben implementarse estrategias puntuales mediante el acompañamiento eventual en la etapa de construcción.

Fuente: Araújo Ibarra & Asociados S.A.

3.5.2 Sensibilidad ambiental

La sensibilidad ambiental es el producto de relacionar la descripción y caracterización del área de estudio que fue presentada como línea base en este documento. En el proceso fue necesaria la superposición de los mapas temáticos que acompañan cada uno de los componentes de la línea base, para posteriormente entrar a realizar la categorización y calificación de aquellos factores que determinan la sensibilidad de un lugar o de un elemento ambiental, frente a la posibilidad de realización del proyecto en dicha área. Los siguientes son los pasos que se cumplieron en el proceso de caracterización de sensibilidad ambiental:

- Agrupación y georeferenciación de atributos: Los atributos son las unidades o elementos definidos en los tres componentes ambientales, para la obtención de mapas primarios.
- Calificación: Ponderación independiente de las unidades establecidas en cada uno de los componentes ambientales (físico, biótico y social) y obtención de mapas de sensibilidad intermedios.

- Superposición de mapas: Solapamiento de mapas de sensibilidad intermedios para la obtención de una sensibilización ambiental final, donde se define el grado de sensibilidad de cada lugar o sitio comprendido dentro del área de estudio. La sensibilidad está referida a la factibilidad de ejecución del proyecto.

En el área no hay presencia de áreas de restricción ambiental con limitantes ambientales y o legales, como Reservas de la Sociedad Civil, Áreas Forestales Protectoras - Productoras, Distritos de Manejo Integrado, Distritos de Conservación de Suelos y/o Áreas de protección declaradas por los municipios y/o departamentos.

3.5.2.1 Sensibilidad del Medio Físico

Aunque existen múltiples variables para determinar la sensibilidad ambiental desde el punto de vista físico, en esta metodología, la sensibilidad ambiental del medio físico busca integrar espacialmente cuatro (4) variables consideradas de mayor importancia, las cuales son las siguientes: estabilidad general del terreno, susceptibilidad a erosión, grado de pendiente del terreno e hidrogeología.

Estas variables han sido materializadas a partir de la caracterización de los aspectos geológicos, geomorfológicos, edafológicos, pendientes del terreno, clima local y de la caracterización hidrogeológica del área.

Estabilidad General del Terreno

Para la calificación de la variable Estabilidad se establecen cuatro (4) rangos o categorías, cuyas características se describen a continuación:

- Estabilidad Baja (7-9): Considerados en este rango, los terrenos compuestos por depósitos de ladera asociados a procesos de remoción.
- Estabilidad Baja a Media (5-6): Dentro de esta categoría es posible considerar las laderas erosionales, escarpes rocosos y lomerío de origen estructural, con pendientes altas a moderadas y estabilidad media a baja.
- Estabilidad Media a Alta (3-4): Es posible considerar como zonas de estabilidad alta a media, las planicies de origen aluvial con pendientes bajas, así como colinas y superficies denudadas, con pendientes moderadas.
- Estabilidad Muy Alta (1-2): Terrenos muy estables, asociados a planicies o sin pendiente.

Para el Área del proyecto, el análisis de la estabilidad del terreno se presenta en la Tabla 3-70:

Tabla 3-70. Calificación de la estabilidad del terreno

ESTABILIDAD	DESCRIPCION	CALIFICACION
Baja	Corresponde a zonas de depósitos coluviales con	7

ESTABILIDAD	DESCRIPCION	CALIFICACION
	pendientes moderadas a altas. Dentro de esta unidad se clasifican las áreas con desarrollo actual de procesos erosivos	
Baja a Media	Zonas de escarpes de abanico, laderas y colinas en rocas blandas en pendientes moderadas a altas y con evidencia de procesos erosivos moderados a severos.	5
Media a Alta	Áreas de montaña en rocas duras con pendientes moderadas y sin evidencia de procesos erosivos.	3
Muy Alta	Áreas de relieve plano en unidades de terrazas aluviales y llanuras aluviales.	2

Fuente: ECOPETROL Guía para zonificación ambiental.

Susceptibilidad a la Erosión

Para calificar esta variable se establecen cuatro (4) rangos:

- Severa Susceptibilidad a la Erosión (7-9): corresponde a suelos altamente susceptibles a procesos de erosión fuerte, como surcos y cárcavas.
- Moderada Susceptibilidad a la Erosión (5-6): corresponde a suelos susceptibles a procesos de erosión superficial como erosión laminar, y en menor proporción, erosión en surcos.
- Leve Susceptibilidad a la Erosión (3-4): corresponde a suelos poco susceptibles a procesos de erosión superficial y concentrada.
- Muy Baja Susceptibilidad a la Erosión (1-2): terrenos con pendientes suaves, provistos de buena cobertura vegetal sin riesgo de erosión.

La calificación de la susceptibilidad a la erosión en el Área, se presenta en la Tabla 3-71:

Tabla 3-71. Calificación de la susceptibilidad a la erosión

SUSCEPTIBILIDAD	DESCRIPCION	CALIFICACIÓN
Severa	Áreas con desarrollo de procesos erosivos avanzados (remoción en masa), zonas con índices de vegetación normalizada bajos (0.3 hasta 0.0). Se observa degradación total de la capa de suelo y evolución de procesos erosivos a movimientos de remoción en masa.	8
Moderada	Áreas con desarrollo incipiente de procesos erosivos (erosión laminar y carcavamiento incipiente), zonas con índices de vegetación normalizada medios	5

SUSCEPTIBILIDAD	DESCRIPCION	CALIFICACIÓN
	(0.0 hasta 0.2).	
Muy Baja	Áreas donde no se evidencia el desarrollo de procesos. Índices de vegetación normalizada altos (mayores de 0.2).	2

Fuente: ECOPETROL Guía para la zonificación ambiental.

Hidrogeología

Para esta variable se agrupan las unidades hidrogeológicas en tres (3) tipos de áreas:

- Zonas de Descarga (8): Las zonas de descarga natural corresponden a los valles erosionales de las principales corrientes que drenan el área; la descarga natural se da a lo largo de los cuerpos de agua. Existe también una descarga natural a través de manantiales, en los escarpes de las terrazas y zonas montañosas (No obstante éstas, son a nivel más puntual).
- Zonas de Alta Recarga (4): Muchas veces las zonas de recarga coinciden con los lugares donde afloran las planicies aluviales. También son zonas de alta recarga los acuíferos confinados. Dentro de esta unidad pueden considerarse también las zonas de recarga y escurrentía.
- Zonas de Baja Recarga (2): Pueden ser capas semi-impermeables con algunos niveles permeables que corresponden a afloramientos de carácter predominantemente arcillosos y depósitos coluviales. Constituyen niveles impermeables que no forman acuíferos de importancia y actúan como zonas de escurrentía.

En el Área de Estudio, las zonas hidrogeológicas se distribuyen y califican, como se muestra en la Tabla 3-72:

Tabla 3-72. Calificación de las zonas hidrogeológicas

ZONA	DESCRIPCION	CALIFICACION
Descarga	Áreas en un rango de influencia de 100 m (radio) de nacimientos y aljibes. Áreas de llanuras aluviales, terrazas aluviales y abanicos aluviales donde se presentan niveles freáticos superficiales.	7
Alta Recarga	La recarga de los acuíferos de las Terrazas, abanicos aluviales lo representan las mismas unidades, donde por infiltración directa se abastece el acuífero libre, tienen como mecanismo la infiltración por precipitación, y la infiltración de aguas provenientes de los cauces cercanos.	6
Baja	Zonas de suelo desprotegido y unidades de colinas	2

ZONA	DESCRIPCION	CALIFICACION
Recarga	en suelos impermeables con cobertura vegetal diferente de bosques de Galería y Pastos enmalezados.	

Fuente: ECOPETROL Guía para la Zonificación Ambiental

Pendiente del Terreno

Para esta variable se han considerado cuatro (4) categorías o rangos de pendiente, los cuales serán clasificados de la siguiente manera:

Muy Alta (8): Corresponde a aquellos terrenos con pendiente superior a los 45°.

Alta (6): Corresponde a terrenos cuya pendiente oscila entre los 30° - 45°

Moderada (4): Corresponde a terrenos cuya pendiente oscila entre los 15° - 30° .

Baja a muy Baja (2): Corresponde a terrenos cuya pendiente es menor a los 15°.

El Área cuenta con sectores de pendientes moderadas tal como se indica en la Tabla 3-73:

Tabla 3-73. Calificación del grado de pendiente

PENDIENTE	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN
Muy alta	Superior a los 45°	7
Alta	Entre los 30° - 45°	6
Moderada	Entre los 15° - 30°	4
Baja a muy baja	Menor a los 15°	2

Fuente: ECOPETROL Guía para la Zonificación Ambiental.

3.5.2.2 Sensibilidad del Medio biótico

Para el análisis de la sensibilidad del medio biótico se han considerado cuatro (4) unidades con base en los siguientes criterios:

Bosques protectores (25-33): Las formaciones de bosques muestran el grado de calificación más alto debido a la importancia estructural y florística, con un valor de entre 25 y 33 para la cobertura con bosques de galería.

Pastos (8-15): Esta unidad está compuesta por vegetación dominada por herbáceas y gramíneas en la mayoría de los casos dedicados al sostenimiento de ganadería extensiva que se encuentran en la zona del Bloque mencionado, presentando un valor de 15 puntos.

Para el Área de Estudio, es necesario recordar que para la identificación de las unidades de cobertura vegetal, se realizó inspección de campo. Con base en ese análisis, se detectaron las unidades de cobertura vegetal y uso del suelo que se califican de acuerdo con los valores establecidos, como se puede ver en la Tabla 3-74.

Tabla 3-74. Calificación de las unidades del componente biótico del bloque Nashira

UNIDAD	DESCRIPCION	CALIFICACION
Bosque protector de margen de río	Coberturas constituidas por una comunidad vegetal caracterizada por franjas estrechas de bosque ubicado a lo largo de las márgenes del río Luisa. Se distingue un estrato arbustivo (más cercano al agua) y un estrato arbóreo (más alejado), en paisajes que estarían de lo contrario despojado de árboles.	33
Pastos	Coberturas conformadas por pastos para ganadería	12

Fuente: Trabajo de Campo Araújo Ibarra & Asociados S.A. Noviembre 2010

3.5.2.3 Sensibilidad del Medio Socioeconómico

La sensibilidad socioeconómica representa el grado de susceptibilidad que manifiesta cada elemento en relación con la importancia social de dicho elemento para la población o la comunidad. Por ejemplo, califica los elementos del medio de acuerdo a su importancia económica (sectores productivos, cultivos, minería, etc) o al beneficio que representan para los lugareños desde cualquier punto de vista, no solo el económico (vegetación protectora de cauces, bosques, pastos, etc).

La sensibilidad es también el reflejo del estado actual y del *modus vivendi* de la población, aspectos que fueron detallados en el diagnóstico ambiental. Esto se refiere a que la sensibilidad integra elementos que definen la calidad de vida de los pobladores (ej: cobertura de servicios básicos), sus niveles de organización comunitaria (ej: Juntas de Acción, Asociaciones, etc) y la tenencia de la tierra (ej: latifundio, minifundio, etc.).

Los aspectos mencionados están asociados con la división político-administrativa de los municipios involucrados en el área. Por esta razón, para lograr definir todos estos elementos, se consultó el Esquema de Ordenamiento Territorial de San Luis y el de Valle de San Juan y se realizaron mapas parlantes con la comunidad.

Por otra parte se solicitó de forma escrita al Ministerio del Interior, División de Comunidades Indígenas y de Comunidades Negras, la confirmación de la NO presencia de dichas comunidades en el área. Si por el contrario se hubiesen presentado comunidades indígenas o negras en el área, la información hubiese tenido otro tratamiento en cuanto al componente social se refiere, para efectos de la sensibilización.

Actividad Económica

La calificación de las actividades económicas se realiza con base en los siguientes criterios:

Zonas de Uso Intensivo (7-9): Zonas urbanas, de producción industrial e infraestructura. Son todas aquellas áreas de mayor concentración poblacional, dedicadas a la vivienda o asociadas a la producción económica.

Zonas de Uso Semintensivo (4-6): Zonas agrícolas y/o ganaderas. Corresponden a aquellas áreas de cultivo para producción o de pancoger y sectores de producción pecuaria con pastos naturales o mejorados.

Zonas de Bajo Uso (1-3): Bosques, rastrojos y tierras eriales. Corresponden a aquellas áreas en las cuales no se obtiene beneficio económico directo significativo o que no están articuladas directamente al mercado.

Con base en los criterios mencionados, las actividades económicas del área se califican como se presenta en la (Tabla 3-75)

Tabla 3-75. Calificación de las actividades económicas a partir de la cobertura y uso del suelo en el área de estudio

UNIDAD	COBERTURA O USO DEL SUELO	DESCRIPCIÓN	CALIFICACION
Uso Intensivo	Infraestructura habitacional y productiva.	Las viviendas se encuentran de manera aislada con una muy baja densidad dentro del área	9
Uso Semi-intensivo	Pastos enmalezados y Zonas pantanosas	Para efectos de la elaboración del Mapa de Sensibilización, se seleccionaron las unidades identificadas en la cobertura vegetal, como unidades productivas (pastos para ganadería).	5
Bajo Uso	Bosque de Galería y Suelos desnudos	Áreas en las cuales no se obtiene beneficio económico directo significativo o que no están articuladas directamente al mercado.	3

Fuente: Trabajo de Campo Araújo Ibarra & Asociados S.A. Noviembre de 2010

Calidad de Vida

Con base en la información de cobertura de servicios, se calcula un índice ponderado de calidad de vida en el área, con base en los siguientes criterios:

Bajo (1-2): Los servicios públicos (acueducto, alcantarillado, energía eléctrica, gas y telefonía) y los servicios sociales (educación, salud, educación y recreación), no alcanzan un cubrimiento del 50%, por lo tanto se tiene un nivel de vida muy bajo. Carencia total de medios de comunicación e infraestructura vial.

Medio (3-5): Los servicios públicos (acueducto, alcantarillado, energía eléctrica, gas y telefonía) y los servicios sociales (educación, salud, educación y recreación), alcanzan un cubrimiento entre el 50 y el 80%, por lo tanto se tiene un nivel de vida medio. Medios de comunicación e infraestructura vial con servicio y cubrimiento regulares.

Alto (6-8): Los servicios públicos (acueducto, alcantarillado, energía eléctrica, gas y telefonía) y los servicios sociales (educación, salud, educación y recreación), exceden el 80%, por lo tanto se tiene un nivel de vida alto. Medios de comunicación e infraestructura vial con buen o excelente servicio y cubrimiento.

La caracterización del Área de Estudio a licenciar, ha mostrado infraestructura de servicios. Por esta razón el área se enmarca dentro de un rango de calidad de vida medio.

Tabla 3-76. Ponderación del índice de condiciones sociales (CS)

INDICADORES	RANGOS	VALOR
Acueducto	Cobertura superior al 90%	2
	Cobertura 50%-80%	1
	Inferior al 50% o No Existe	0
Alcantarillado	Cobertura superior al 90%	2
	Cobertura 50% - 80%	1
	inferior al 50% o No Existe	0
Energía	Cobertura superior al 90%	2
	Cobertura 50% - 80%	1
	Inferior al 50% o No Existe	0
Educación	Primaria Completa	2
	Primaria Incompleta	1
	No existe	0
Salud	Con puesto de Salud	2
	Sin Puesto de Salud	1
Recreación	Con cancha polideportiva	2
	Sin cancha polideportiva	1
Salón Comunitario	Con salón comunitario	2
	Sin salón comunitario	1
Vías	Con carretera	2
	Con camino veranero	1
Índice de Calidad de Vida	Rango entre 0-6	Bajo (1)
	Rango entre 7-11	Medio (4)
	Rango entre 12-16	Alto (8)

Organización Comunitaria y Ámbitos de Participación

Ejemplo de la organización comunitaria es la conformación en el área de estudio de Juntas de Acción Comunal y las Asociaciones de Padres de Familia, según los resultados de campo se observa que muchos de los pobladores se relacionan con estas organizaciones ya que asisten a las reuniones aunque en ocasiones no hay unión entre la gente.

Los ámbitos de participación hacen referencia a las acciones y gestiones que desarrollan las comunidades con miras al mejoramiento de infraestructura y acceso a servicios, así como la vinculación de la población en los procesos de planificación y ejecución de planes de proyectos de desarrollo a nivel veredal, municipal y departamental.

A partir del grado de organización comunitaria y los ámbitos de participación de los miembros de las comunidades identificadas, se han establecido las siguientes categorías de calificación:

Bajo (1-2): Describe la unidad donde no existen o son escasas las organizaciones comunitarias y no ejercen presencia o no muestran participación en proyectos veredales, municipales o departamentales.

Medio (3-5): Describe la unidad donde se encuentran dos o más organizaciones comunitarias que ejercen algún grado de participación en proyectos veredales, municipales o departamentales.

Alto (6-8): Describe la unidad donde hay amplia diversidad de organizaciones sociales, incluyendo las que representan asociaciones de estas, y que se involucran o ejercen participación a todo nivel.

En la Tabla 3-77 se relaciona el nivel de organización y ámbitos de participación comunitaria establecidos para el Área de Estudio.

Tabla 3-77. Calificación de la organización comunitaria y ámbitos de participación de la comunidad en el lote

UNIDADES POLÍTICO ADMINISTRATIVAS	SENSIBILIDAD ORGANIZACIÓN COMUNITARIA	ORGANIZACIONES	AMBITOS
CaracolEi	4	2	2
El Dinde	4	2	2

Fuente: Trabajo de Campo Araújo Ibarra & Asociados S.A. Noviembre de 2010

Tenencia de la Tierra

Considerando la distribución o tenencia de la tierra dentro del área de estudio, se tienen las siguientes categorías:

Latifundio (1-3): Propiedades cuyo tamaño dominante es superior a las 100 Has.

Mediana Propiedad (4-6): Propiedades cuyo tamaño dominante oscila entre las 20 - 100 Has.

Minifundio (7-9): Propiedades cuyo tamaño dominante es inferior a las 20 Has.

Con base en el análisis de la información de campo los predios dentro del Área de Estudio son de mediana extensión Tabla 3-78:

Tabla 3-78. Calificación de la tenencia de la tierra en el área de estudio

TENENCIA DE LA TIERRA	LOCALIZACION	DESCRIPCIÓN	CALIFICACION
MEDIANA PROPIEDAD	Área de Estudio	El lote donde se ubicará el proyecto es de propiedad de un solo dueño.	4

Fuente: Trabajo de Campo Araújo Ibarra & Asociados S.A. Noviembre de 2010

3.5.3 Mapa de sensibilidad

Metodología

Para elaborar el mapa de sensibilidad, la superposición de las diferentes unidades homogéneas tanto en aspectos físicos, bióticos y sociales, serán analizadas y agrupadas según los criterios, categorías y calificaciones anteriormente expuestas, para con esto finalmente definir la sensibilidad del Área de Estudio y mapificarla de acuerdo a dicha sensibilidad. La sensibilidad del área está definida por la siguiente expresión:

$$S = \int \{(\sum F, B, S)\} \quad (1)$$

Donde: **F**= Variables del medio físico, materializadas en la Estabilidad General del Terreno (**Es**), Susceptibilidad a la Erosión (**Er**), Hidrogeología (**H**) y Grado de Pendiente del Terreno (**Pd**).

$$F = \sum \{Es, Er, H, Pd\} \quad (2)$$

Nota: Las variables consideradas son acumulativas, dado que pueden darse simultáneamente en un mismo sitio o lugar.

B= Variables del medio Biótico, materializadas en la calificación destinada a cada sitio, con base en la cobertura vegetal identificada. Para la categorización mínima a tener en cuenta se considerarán las siguientes comunidades vegetales: Bosques (**Bo**), Rastrojos (**Ra**), Pastos y cultivos (**PC**) y Tierras eriales o desprovistas de cobertura vegetal (**D**).

$$B = \{Bo; R; PC; Te\} \quad (3)$$

Nota: Las variables consideradas son excluyentes, es decir que donde es clasificado como Bosques (Bo) no puede ser considerado al mismo tiempo otro tipo de comunidad vegetal.

S= Variables del medio socioeconómico, materializadas en la calificación definida para los aspectos de Actividad Económica (**Ae**), Calidad de Vida (**Cv**), Organización y Ambitos de Participación (**Oc**) y Tenencia de la Tierra (**Tt**).

$$S = \sum \{Ae, Cv, Oc, Tt\} \quad (4)$$

Nota: Las variables consideradas son acumulativas, dado que pueden darse simultáneamente en un mismo sitio o lugar.

RANGOS DE VARIABILIDAD: Teniendo en cuenta la ecuación (1), la sumatoria de las variables Física (F), Biótica (B) y Social (S) se encontrarán enmarcadas dentro de un rango de 10 a 100 puntos, los cuales definirán la sensibilidad básica de los sectores comprendidos dentro del Bloque.

Para efectos de visualización del Mapa de Sensibilidad Ambiental, los grados de sensibilidad estarán definidos por los siguientes rangos que proporcionan la aplicación de la función (1), los cuales se representarán en el mapa como se indica en la Figura 3-89:

Figura 3-89. Escala gráfica de sensibilidad ambiental

>100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
ALTA			MODERADA				BAJA		

Resultados Obtenidos

– Sensibilidad alta.

Comprende aquellos ecosistemas que prestan servicios o funciones ambientales. Representan áreas de coberturas vegetales densas como los ***Bosques de Galería***, y que por albergar la fauna silvestre, reviste una gran sensibilidad.

– Sensibilidad moderada.

Para el área de Estudio son principalmente aquellas áreas de más alta pendiente, donde se pueden activar procesos erosivos y que por ser zonas ya alteradas en la zona presenta un grado de sensibilidad medio.

– Sensibilidad baja.

Las áreas de sensibilidad baja son las más comunes dentro del Área de Estudio, siendo estas áreas las que se encuentran dominadas por ***pastos mejorados***; por ende, presentan una baja sensibilidad a las posibles alteraciones que se ocasionen.

4 DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

4.1 Requerimientos de agua

En la Tabla 4-1 se observa el consumo estimado de agua durante la construcción y durante la operación:

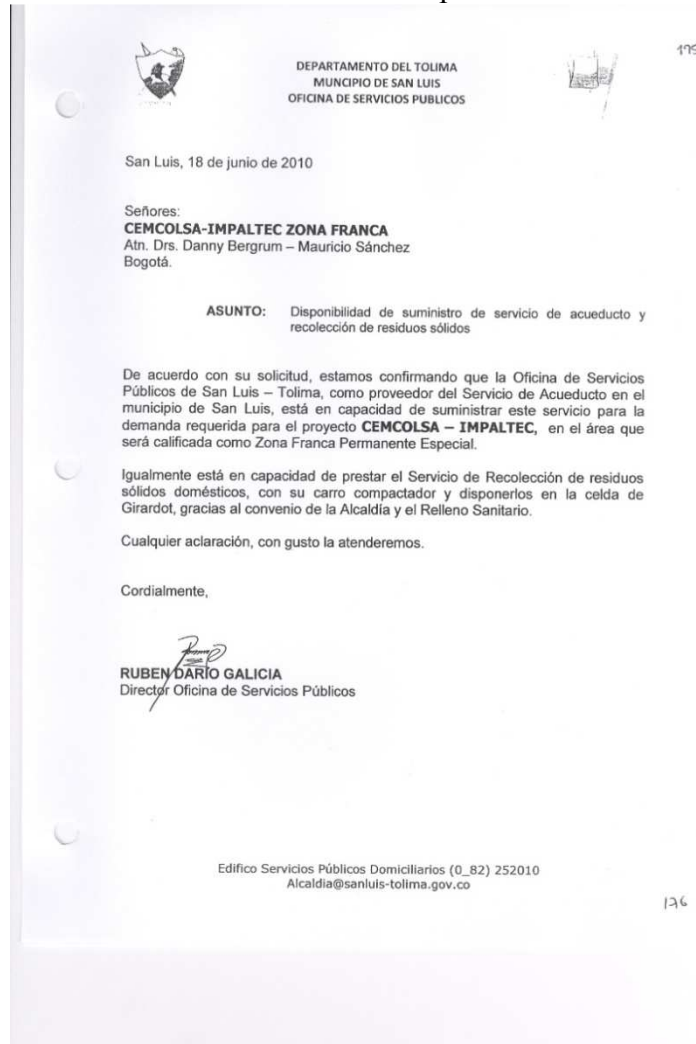
Tabla 4-1. Consumo de agua durante las etapas de construcción y operación

Etapas	Actividad	Consumo estimado (m³/día)
Construcción	Consumo humano	24
	Mezcla de concreto	3.8
	Otros (Control polvo, limpieza, etc.)	1.2
	TOTAL	29
Operación	Consumo humano	12
	Consumo industrial	1.5
	Otros (Control polvo, limpieza, manejo paisajístico etc.)	1.2
	TOTAL	14.7

Fuente: Cemcolsa

Para suplir las necesidades de agua del proyecto durante la etapa de operación se tiene previsto contar con el suministro de agua del servicio de acueducto de San Luis, el cual ha manifestado estar en capacidad de abastecer el agua, tal como se muestra en la Figura 4-1:

Figura 4-1. Certificado de acueducto de San Luis para el suministro de agua del proyecto



Fuente: Cemcolsa

4.2 Concesión de aguas

El proyecto considera que empleará agua del acueducto como insumo para sus procesos, no obstante como medida de seguridad se tiene previsto solicitar una concesión de agua del Río Luisa por un caudal no superior a 0.55 litros por segundo.

Para tal actividad se diseñará una casabombas.

4.3 Vertimientos

Durante la etapa de construcción se utilizarán baños portátiles cuyos residuos serán manejados a través de un gestor autorizado.

Durante la etapa de operación el agua de uso industrial se reutilizará en el proceso después de pasar por la PTAR, por lo tanto no se prevé vertimientos de agua

Para el manejo de aguas residuales domésticas, durante la fase de operación, se instalará una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas, cuyo desempeño y calidad de vertimiento también deberá cumplir con las disposiciones del Decreto 1594 de 1984 en sus Artículos 72 y 74. Será diseñada en función del número de usuarios.

En el mercado están ofreciendo plantas que integran en una misma unidad constructiva las unidades y etapas necesarias para el tratamiento de las aguas servidas domésticas, las cuales como mínimo serán:

- Acondicionador y reactor de aireación, en donde se lleva a cabo la degradación de la materia orgánica mediante la acción bacteriana por el proceso de lodos activados. Una alternativa será la construcción de lagunas de aireación extendida.
- Sedimentador secundario, en donde se separa el lodo activado del agua tratada, teniendo como resultado, en la parte superior, el agua tratada y en el fondo, los lodos activados, que serán retornados al reactor para continuar con el proceso de digestión biológica.
- Clorador, etapa donde se eliminan las bacterias y virus que pudieron haber sobrenadado y sobrevivido al tratamiento del agua.

Las aguas de lavado de instalaciones serán enviadas a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

4.4 Emisiones

Las fuentes de contaminación del aire (equipos o lugares que generen algún tipo de contaminación atmosférica) más importantes se presentan en la Tabla 4-2:

Tabla 4-2. Fuentes de contaminación de aire

Despolvado Silo de Almacenamiento de Clíner	Aire con material particulado
Despolvado Transferencia Materias Primas Banda 1 a Banda 2	Aire con material particulado
Despolvado Transferencia Materias Primas Banda 2 a Alimentación del Molino	Aire con material particulado

Vertical de Crudo/Cemento	
Despolvado Empaque y Despacho	Aire con material particulado
Despolvado Silo de Almacenamiento de Crudo	Aire con material particulado
Despolvado Silo de Almacenamiento de Cemento	Aire con material particulado
Despolvado Silo de Carbón Pulverizado	Aire con material particulado
Ducto de descarga del Filtro de Mangas para recuperación de Carbón Pulverizado	Gases de Exceso del Enfriador con Material Particulado
Chimenea Filtro de Mangas Integrado - Gases Torre Precalentadora y Enfriador de Clínter	Gases de Proceso (Exceso Enfriador+Escape Torre Precalentadora con MP

Fuente: IMPALTEC

4.5 Ruido ambiental

Como fuentes de generación de ruido (se incluyen los equipos y la maquinaria y su operación que puede generar ruido y que puede afectar directamente a los operarios y al personal de la planta o la población aledaña) se han identificado las que se presentan en la Tabla 4-3:

Tabla 4-3. Fuentes de generación de ruido

Descripción
Ventilador de Tiro Inducido del Horno
Ventilador de Tiro Inducido del Filtro de Mangas Principal
Ventilador de Gases de Exceso del Enfriador
Ventilador de Recirculación de Gases al Molino Vertical de Crudo/Cemento
Ventiladores de Aireación del Enfriador
Ventilador de Recirculación de gases al Molino Vertical de Carbón
Soplador de Lóbulos - Aireación Fondo Silos Crudo-Cemento
Molino Vertical de Crudo/Cemento (Sin material)
Trituradora de Carbón (Con material)

Molino Vertical de Carbón (Sin material)
Cargador de Alimentación Materias Primas y Carbón (Caterpillar 966H)

Fuente: IMPALTEC

Además durante la construcción, otros generadores de ruido pueden ser:

- Vehículos empleados en la movilización de personal, maquinaria y equipo.
- Equipos utilizados para la adecuación de vía de acceso, adecuación de la localización (moto niveladoras, mixer, trompo, rodillos de compactación, buldózer).
- Equipos mecánicos y eléctricos de apoyo a la construcción (planta eléctrica, compresores, bombas).
- Equipos manuales utilizados en las obras civiles y en montaje de los equipos de perforación (vibrocompactadores, taladros eléctricos, equipos de soldadura, herramientas).

En la Tabla 4-4, se observa las fuentes de ruido que se generarán por la operación de la planta productora de cemento. En la Figura 4-2 se muestran las emisiones proyectadas que generará la planta.

Tabla 4-4. Fuentes generadoras de ruido durante la operación de la planta Cemcolsa

<i>i</i>	Descripción	Cantidad	Coordenadas		Nivel			Potencia Sonora	Presión Sonora (SPL)	
			X	Y	m			PWL [dBA/un]	dBA/un (R ≤ 5 ft)	dBA/un (R > 5 ft)
1	Ventilador de Tiro Inducido del Horno	1	887573,265	960308,628	586	+/-	1	111	88	81
2	Ventilador de Tiro Inducido del Filtro de Mangas Principal	1	887576,166	960313,089	586	+/-	1	113	89	82
3	Ventilador de Gases de Exceso del Enfriador	1	887604,144	960240,414	576	+/-	1	106	83	76
4	Ventilador de Recirculación de Gases al Molino Vertical de Crudo/Cemento	1	887589,799	960323,78	586	+/-	1	110	88	81
5	Ventiladores de Aireación del Enfriador	4	887599,074	960250,377	576	+/-	1	-	-	45
6	Ventilador de Recirculación de gases al Molino Vertical de Carbón	1	887591,34	960243,838	576	+/-	1	106	83	76
7	Soplador de Lóbulos - Aireación Fondo Silos Crudo-Cemento	1	887568,954	960317,002	585	+/-	1	97	-	80
8	Molino Vertical de	1	887599,037	960314,347	590	+/-	1	-	-	84

i	Descripción	Cantidad	Coordenadas		Nivel			Potencia Sonora	Presión Sonora (SPL)	
			X	Y	m			PWL [dBA/un]	dBA/un (R ≤ 5 ft)	dBA/un (R > 5 ft)
	Crudo/Cemento (Sin material)									
9	Trituradora de Carbón (Con material)	1	887599,17	960223,505	574	+/-	1	-	-	85
10	Molino Vertical de Carbón (Sin material)	1	887594,865	960243,529	577	+/-	1	-	-	90
11	Cargador de Alimentación Materias Primas y Carbón (Caterpillar 966H)	1	887664,436	960278,715	578	+/-	2	111	-	94

Fuente: Cemcolsa

Figura 4-2. Emisiones de ruido

EMISIONES CEMCOLSA																							
I	Descripción punto de emisión	Descripción Flujo	Flujo Nm³/h	Temp °C	Coordenadas		Nivel m	Factor de Emisión (kg/Mg _{comb})								Concentración (g/Nm³)							
					X	Y		PM ¹	SO ₂ ²	NO _x ³	CO ⁴	CO ₂ ⁵	VOC ⁶	TOC ⁶	SO ₂ ⁷	PM	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	VOC	TOC	SO ₂
A	Despolvo Silo de Almacenamiento de Clinker	Aire con material particulado	3.026	30	887948,88	960254,50	582 +/- 1	0,0021	-	-	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	
B	Despolvo Transferencia Materias Primas Banda 1 a Banda 2	Aire con material particulado	12.106	30	887932,39	960282,83	584 +/- 1	0,0083	-	-	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	
C	Despolvo Transferencia Materias Primas Banda 2 a Alimentación del Molino Vertical de	Aire con material particulado	12.106	30	887901,73	960306,70	587 +/- 2	0,0083	-	-	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	
D	Despolvo Empaque y Despacho	Aire con material particulado	14.527	30	887583,14	960339,86	598 +/- 2	0,0100	-	-	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	
E	Despolvo Silo de Almacenamiento de Cruído	Aire con material particulado	6.053	30	887572,21	960324,01	613 +/- 2	0,0042	-	-	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	
F	Despolvo Silo de Almacenamiento de Cemento	Aire con material particulado	6.053	30	887572,96	960318,60	613 +/- 2	0,0042	-	-	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	
G	Despolvo Silo de Carbón Pulverizado	Aire con material particulado	10.653	30	887591,10	960348,73	596 +/- 2	0,0073	-	-	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	
H	Ducto de descarga del Filtro de Margas para recuperación de Carbón Pulverizado	Gases de Exceso del Enfriador con Material Particulado	3.309	200	887593,53	960243,55	590 +/- 2	0,0023	-	-	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	
I	Chimenea Filtro de Margas Integrado - Gases Torre Precalentadora y Enfriador de Clinker	Gases de Proceso (Exceso Enfriador-Escape Torre Precalentadora con MP	66.065	130	887570,27	960310,89	646 +/- 5	0,0453	0,055	2,90	0,48	900	0,13	0,26	0,006	0,01	0,01	0,64	0,11	186,67	0,03	0,02	0,00

* Emission Factor Documentation for AP-42 - Section 11.6 / Portland Cement Manufacturing / Final Report /
TABLE 4-4. SUMMARY OF TEST DATA FOR PORTLAND CEMENT DRY PREHEATER PROCESS KILNS

¹ PM = Particulate Material / Material Particulado

² VOC = Volatile Organic Compounds / Compuestos Orgánicos Volátiles

³ TOC = Total Organic Compounds / Compuestos Orgánicos Totales

Fuente: Cemcolsa

4.6 Materiales de construcción

El proyecto contará con suministro de materiales de dos concesiones mineras licenciadas, la No 15207 (Minerales del Valle de San Juan) y la No 90773 cuyas licencias ambientales se encuentran en el

Anexo 3.

De las anteriores fuentes se extraerá material para la construcción de la planta procesadora de cemento y el mantenimiento de obras civiles.

Los escombros que se generen serán llevados a escombreras licenciadas por Cortolima.

4.7 Aprovechamiento forestal

No se requiere realizar aprovechamiento, porque el lote donde se va a ejecutar la construcción está cubierto por pastos.

4.8 Residuos sólidos

En la Tabla 4-5 se presenta el estimativo de la cantidad de residuos sólidos generados por la actividad del proyecto:

Tabla 4-5. Volumen aproximado de residuos a generar

Etap	Cantidad Estimada (Kg/día)
Construcción	143
Operación	82

Fuente: IMPALTEC

5 EVALUACIÓN AMBIENTAL

La evaluación ambiental realizada para la Planta Productora de Cemento, toma en consideración las definiciones contempladas en la norma ISO 14000 respecto a impacto ambiental. Para el presente análisis, se valora el grado de afectación que presentan los elementos del medio ambiente frente a las actividades actuales que se desarrollan en la zona, así como los impactos ambientales que se causarían por la ejecución del proyecto de construcción y operación en el área de influencia directa. La evaluación de los impactos ambientales contempla aquellos que resultan tanto positivos como negativos, sobre los componentes físico, biótico y social.

Además, se realiza un análisis de riesgos, basados en las definiciones de riesgo estipuladas en la norma OHSAS 18001. Estos aspectos (impactos y riesgos ambientales), constituyen la herramienta básica para diseñar las pautas en el establecimiento de planes de manejo y de contingencia.

La identificación de aspectos e impactos partirá de la definición de las actividades relevantes de la fase de construcción de los tanques y sus instalaciones auxiliares, definiendo, de acuerdo con los cambios que se introducen al ambiente, los atributos del impacto y por tanto su evaluación, para lo cual se aplicará una metodología adaptada por Araújo Ibarra & Asociados S.A. para este proyecto. De este análisis, se desprendió la formulación del Plan de Manejo Ambiental.

Dicha metodología parte de la definición de las actividades relevantes, de acuerdo con los cambios que se introducen al ambiente y las propiedades del impacto, para realizar una valoración de parámetros como carácter, permanencia, frecuencia, probabilidad, severidad y requerimientos legales para así obtener el nivel de significancia del aspecto-impacto evaluado.

Las definiciones utilizadas para la realización de este análisis son las siguientes:

- Aspecto ambiental: *“Elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que pueden interactuar con el medio ambiente”*¹⁴.
- Impacto: *“Cualquier cambio en el medio ambiente, sea adverso o benéfico, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización”*¹⁵. Este

¹⁴ ICONTEC. NTC-ISO 14001:2004. Op. Cit.

¹⁵ Ibíd.

término reemplaza a menudo las palabras “*efecto*”, “*acción*” o “*causa*”, utilizadas en la metodología original.

- Efecto: Consecuencia que tiene un impacto ambiental sobre el medio biótico, abiótico y socioeconómico. Este término reemplaza generalmente la expresión “*manifestación del efecto*” utilizada en la metodología original.

5.1 Análisis de Impactos.

Teniendo en cuenta que se considera el Impacto Ambiental como cualquier cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o benéfico, total o parcialmente resultante de las actividades, productos o servicios de una organización, se realizó un análisis descriptivo que permite identificar y evaluar de forma clara y precisa, los impactos ambientales sobre los componentes físico, biótico y social. Este análisis se realizó para aquellos impactos que se pueden inferir desde hace un tiempo hasta la actualidad por medio de las entrevistas con pobladores de la zona y visitas de campo sobre el área de influencia directa (análisis sin proyecto). Se identifican igualmente los impactos que se pueden generar por cada una de las actividades de los proyectos exploratorios (análisis con proyecto), para así deducir las repercusiones en las condiciones actuales del medio ambiente.

5.1.1 Evaluación de Impactos sin Proyecto.

La Evaluación de Impactos sin Proyecto, consiste en la identificación, a través de la revisión de bibliografía y del trabajo de campo, de todas aquellas actividades que en la actualidad ejercen presiones sobre el medio y que durante los próximos años, seguirán causando deterioro ambiental.

Dicha evaluación de se basa en una identificación de los impactos producto de las instalaciones industriales existentes, la presencia de asentamientos humanos y en general la presencia de los actores económicos y políticos actuales. Los resultados se presentan bajo forma de una matriz, con las correspondientes explicaciones.

Por otra parte, con base en los hallazgos de la línea base y su zonificación, se describe la calidad del medio desde sus diferentes componentes y se califica la calidad del medio de acuerdo a la siguiente clasificación:

- Muy buena calidad ambiental (1): Componente o elemento ambiental que no se encuentra deteriorado por actividades antropogénicas y por tanto, mantiene sus condiciones naturales. Con respecto a la dimensión socioeconómica, cuando las

necesidades básicas han sido superadas y se ofrece una muy buena calidad de vida a las comunidades.

- Buena calidad ambiental (2): Componente o elemento que no ha sido alterado significativamente y aún guarda sus características principales. Con respecto a la dimensión socioeconómica, cuando las necesidades básicas han sido superadas casi en su totalidad y se ofrece una buena calidad de vida a las comunidades.
- Regular calidad ambiental (3): Componente o elemento que ha sido afectado en sus condiciones naturales por actividades antrópicas, cuyos cambios se pueden definir mediante observaciones directas o estudios cualitativos o cuantitativos. Con respecto a la dimensión socioeconómica, cuando las necesidades básicas han sido superadas de manera parcial, por lo que se ofrece una deficiente calidad de vida a las comunidades.
- Baja calidad ambiental (4): Componente o elemento que ha sido alterado en sus características intrínsecas y que requiere medidas de recuperación para lograr sus condiciones iniciales. Con respecto a la dimensión socioeconómica, cuando una o dos de las necesidades básicas han sido satisfechas y de una manera parcial, por lo que se ofrece una deficiente calidad de vida a las comunidades.
- Muy baja calidad ambiental (5): Componente o elemento que ha sido alterado en sus características intrínsecas, significativamente y que requiere medidas de recuperación drásticas para lograr sus condiciones iniciales. Con respecto a la dimensión socioeconómica, cuando las necesidades básicas continúan sin satisfacerse, por lo que se ofrece una muy deficiente calidad de vida a las comunidades.

5.1.1.1 Identificación de Actividades Actuales.

A continuación se presentan las actividades que en la actualidad están causando deterioro al medio ambiente en el área de estudio.

Ganadería. En el área de estudio, se desarrollan actividades ganaderas, lo cual lo confirma la presencia de pastos en la mayor parte del territorio, dicha actividad ganadera se realiza de manera semiextensiva por los propietarios de las tierras.

Esta actividad aunque genera impactos positivos como son la generación de ingresos a una porción de la población, así como alimento con la producción de leche, también genera algunos impactos negativos como el aporte de materia orgánica y residuos químicos a las aguas, así como el deterioro del suelo al afectar su estructura con el continuo paso de ganado.

Agricultura. En la zona no se observan cultivos extensivos y en una muy baja proporción existen los cultivos de pancoger, los cuales son llevados a cabo en las zonas aledañas a las casas. Aunque es bastante baja su incidencia, se puede decir que contribuye al ingreso familiar y evita en algunos casos el transporte de alimentos desde el casco urbano. No se contemplan impactos negativos, por cuanto no se alteran grandes extensiones de terreno, ni se afecta la vegetación, puesto que son zonas ya alteradas de tiempo atrás.

Factor Social (población). En el Aspecto Demográfico, se puede apreciar crecimiento debido al aumento de la seguridad, lo cual ha atraído población que busca asentarse en lugares tranquilos.

Acueducto. El servicio de agua es suministrado por el municipio de Valle San Juan, los tanques de almacenamiento se encuentran en la Vereda el Dinde, a donde llega el agua proveniente de la vereda La Manga perteneciente al mismo municipio. El agua transportada de la vereda El Dinde hacia Caracolí se hace por medio de una tubería aérea que atraviesa el Río Luisa. El servicio se presta a las 76 viviendas de la vereda. En general el servicio no es bueno, debido a que el agua no llega a todas las casas por falta de presión. El servicio es discontinuo, faltando a veces por períodos de varios días seguidos. Este acueducto tiene aproximadamente 213 usuarios del municipio de San Luis que son: Caracolí, La Flor y Jaguaflor. En la vereda hay 4 aljibes que se utilizan principalmente para suministrar agua al ganado y para cultivos.

Alcantarillado. No hay servicio de alcantarillado, todas las casas tienen pozos sépticos, los cuales fueron construidos por CORTOLIMA y funcionan eficientemente.

Manejo de residuos sólidos. La Vereda Caracolí no tiene servicio de recolección de basuras ni relleno sanitario. La comunidad dice que los residuos son botados en sus casas, enterrados y quemados cuando es del caso. Algunos residuos biodegradables sirven de alimento para animales y de abono para las huertas en la casas.

Energía. Toda la vereda cuenta con energía, de buena calidad y servicio.

Telefonía. Solo las personas que solicitan el servicio de telefonía en sus casas lo obtienen a través de Telefónica, pero en su mayoría las casas no tienen este servicio, utilizan teléfonos móviles con empresas como Comcel y Movistar principalmente. La señal es buena en toda la vereda. En la vereda no hay servicio de telefonía rural comunitaria de Compartel

Gas. El servicio cubre a todas las viviendas que están a borde de carretera. Aproximadamente el 80% de la vereda tiene servicio de gas, el cual es bueno

Comunicaciones. La institución educativa cuenta con servicio de internet privado. El servicio no es bueno porque el colegio permanece muchas horas al día cerrado y no se permite el ingreso de la comunidad en horarios diferentes a los escolares. De otro lado el internet solo es para uso de la institución, solo un limitado número de personas hace uso del mismo. Dado lo anterior, la gente para acceder al servicio de internet viaja a Payandé, centro poblado más cercano. Todas las emisoras de radio y canales de televisión entran en la vereda.

Servicios sociales

Salud. En la vereda no hay puesto de salud, la comunidad en caso de emergencia viaja preferentemente a Payandé o Ibagué. El 90% del total de la vereda está afiliado a Régimen

Subsidiado y el otro 10% a régimen contributivo. Las empresas de salud presentes en la vereda son: Solsalud, Saludvida, Caprecom. El 90% de las enfermedades se relaciona con problemas respiratorios, el otro 10% se relaciona con otras enfermedades que incluyen el cáncer. Las principales causas de muerte son los accidentes de tránsito en un 60%, un 30% se da por infartos y un 10% por muertes naturales.

Educación. En la vereda se encuentra la Institución Educativa Caracolí, tiene alrededor de 174 alumnos que vienen también de las veredas vecinas; la comunidad manifiesta que el estudio no es de buena calidad por lo que muchos de los niños que actualmente viven en la vereda estudian en Payandé. En preescolar hay 9 niños, en básica primaria 18 niños y en educación media aproximadamente 150 niños. No hay ningún otro tipo de estudio o capacitación a la comunidad. La I.E está en regular estado, tiene 7 aulas de clase incluido un kiosco donde se le dicta clase al grado tercero. Tienen alrededor de 12 docentes para los 174 alumnos matriculados, calculando 14,5 alumnos por docente. De este total de alumnos desertan en promedio 30 niños al año. No hay vivienda para docente en la institución y no hay todos los grados de escolaridad, llegando solo hasta noveno o 4° de Bachillerato Hay un aula sistematizada en buen estado con 14 computadores, los cuales tienen conexión a internet. No tienen biblioteca. El horario escolar es de 7:00 a.m. a 12:00 m. Tienen restaurante escolar con un refrigerio a las 9:00 a.m. No tienen huerta escolar y tampoco cursos o educación no formal. La escuela cuenta con un área recreativa. Tiene una cancha de baloncesto y un área en donde la comunidad practica microfútbol en las tardes.

Deporte y recreación. Se practica especialmente el fútbol en la cancha de la I.E. Caracolí, aunque dicen que hay dos canchas solo una funciona. En más bajo nivel se practica el baloncesto en las canchas del colegio y en la jornada escolar. En los tiempos libres van al balneario (aunque ya no porque fue vendido), también van al Río Cobre y las cascadas. Para sus actividades lúdicas van a San Luis, Payandé, Valle San Juan e Ibagué, pues según manifiestan no les interesa mucho pasar su tiempo libre en las tiendas de la vereda.

Vivienda. La vereda tiene un total de 76 viviendas de las cuales 80% son propias, el 10% están arrendadas y el otro 10% están habitadas por encargados. No hay viviendas prestadas o en posesión. Las viviendas están en muy buen estado, pues todas están construidas en bloque, con pisos de cemento. El material del techo es de 10% en cemento o plancha y el otro 90% en zinc. Aproximadamente el 10% de las viviendas corresponden a casas de recreo en fincas, estaderos y sitios de esparcimiento a donde acuden las personas de la vereda en sus ratos libres.

Transporte y vías de comunicación. Hay una vía secundaria que viene desde el corregimiento de Payandé y que se divide en dos ramales, de los cuales uno va al municipio de San Luis y el otro para el municipio de Valle San Juan. Las vías están en buen estado.

El bus es el medio de transporte más utilizado para movilizarse hacia otros municipios. Para el transporte interveredal se utiliza como medio alterno la bicicleta. Las principales rutas que cubren esta vereda son VELOTAX, COINTRASUR y COOTRANSQUAMO. La frecuencia los buses es alta, más o menos entre 1 ½ y dos horas, el valor de pasajero es de \$4.000 desde y

hacia Ibagué y el valor de carga es de \$2.000. Hacia y desde San Luis el valor por pasajero es de \$2.000 y desde y hacia Valle San Juan el valor por pasajero es de \$1.000. El transporte en moto es interno y no hay servicio de mototaxi que los lleve hasta la vereda.

5.1.1.2 Identificación de Impactos Ambientales.

En la Tabla 5-1, se presentan los impactos derivados de las actividades que actualmente se están desarrollando en el área.

Tabla 5-1. Identificación de impactos derivados de las actividades desarrolladas en el área

Actividad	Impacto
GANADERÍA	- Generación de ingresos. - Producción de Alimento a la población - Afectación en la estructura del suelo - Cambio en la fertilidad del suelo.
AGRICULTURA	- Deterioro de la calidad del suelo. - Generación de procesos erosivos.
POBLACIÓN	- Migración por oferta laboral - Deterioro de calidad del agua - Deforestación
MINERÍA	- Cambios en el uso del suelo - Generación de ingresos - Generación de procesos erosivos

Fuente: Araújo Ibarra & Asociados S.A.

5.1.2 Identificación de aspectos e impactos ambientales del Proyecto.

Se consideran los aspectos ambientales relacionados con todas las actividades de los proyecto de construcción y operación de la planta productora de cemento, durante sus diferentes etapas (Planeación y Organización del Proyecto, Adecuación de Obras Civiles, Construcción, Operación, Desmantelamiento y Abandono). Las interacciones pueden, eventualmente, modificar la calidad de los recursos naturales en el área, a partir de lo cual se establecerán los impactos ambientales. Teniendo en cuenta este escenario, se identificaron los aspectos ambientales y se determinó una aproximación de los impactos significativos. Es así como la identificación de los aspectos ambientales se estableció en atención a tres (3) elementos: Uso de recursos, uso de energía y producción de residuos.

Cada actividad utiliza el ambiente como proveedor de los recursos (suelo, materiales de arrastre o agua) y de la energía que necesita para su ejecución y también como medio receptor de los residuos (sólidos, líquidos, emisiones o ruido) generados por los diferentes procesos. El valor de la importancia del impacto clasificado, se utiliza como herramienta para la formulación de las estrategias de manejo para el proyecto.

El proceso de identificación tiene cuatro (4) etapas generales: Identificación de actividades, determinación de recursos naturales requeridos, identificación de fuentes energéticas, inventario de residuos generados por la actividad.

5.1.2.1 Identificación de actividades

En la Tabla 5-2, se relacionan las instalaciones y actividades necesarias para el desarrollo de las actividades de construcción y operación:

Tabla 5-2. Identificación de instalaciones y actividades

Instalación/sitio	Actividades	Descripción
Instalación del Proyecto	Planeación y organización del Proyecto	Inicio a la Gestión Social en el Municipio de San Luis.
		Implementación de programa de Educación y Capacitación del personal contratado para el proyecto de construcción.
Vía de acceso	Movilización de personal, equipo, y materiales	Transporte y movilización de personal, maquinaria y equipo a los sitios de obra.
Área almacenamiento temporal	Almacenamiento de maquinaria, equipos y materiales para actividades constructivas de la planta procesadora de cemento	Almacenamiento de maquinaria y equipos requeridos para adecuaciones de tipo civil.
Sistema de Captación de Agua	Captación de Agua	Para las obras relacionadas con la construcción se prevé un volumen de agua de $1.20 \text{ m}^3/\text{hora}$, mientras que para la operación de la planta se estima requerir un volumen de $2 \text{ m}^3/\text{hora}$, que en este caso se utilizará de la PTAR.
Obtención de material	Utilización de material de cantera	El material de afirmado será extraído de material de préstamo, de fuentes previamente identificadas en cercanía a la vereda Caracolí.
Adecuación del sitio	Construcción y adecuación	El lote ya está adecuado para la construcción de la planta, pero se requieren adecuaciones menores para instalaciones específicas y especialmente el manejo de las aguas lluvias.

Instalación/sitio	Actividades	Descripción
	Construcción de Obras de Arte y Estructuras necesarias para la instalación de equipos	Construcción de estructuras necesarias para el manejo adecuado de las aguas durante el desarrollo de la construcción y la operación de la planta: cunetas perimetrales, descoles, desarenadores, y trampas de grasas.
Bodega	Instalación de bodega	La bodega se construirá sobre suelo endurecido, con concreto, cubierta de teja galvanizada y cunetas de drenaje en concreto, las cuales conducirán las aguas lluvias.
Campamentos	Instalación de campamentos	Se empleará el antiguo balneario dotado de instalaciones eléctricas y sanitarias y con la respectiva toma para la acometida de los servicios. Algunos se utilizarán únicamente como oficinas, otros como dormitorios y finalmente algunos podrán destinarse para el almacenamiento de materiales, herramientas e insumos para la construcción.
Instalaciones y equipos	Instalación de equipos e infraestructura	En la Tabla 4.3, se resume la infraestructura e instalaciones necesarias para la operación de la planta.
Localización	Limpieza final del área	Retiro de materiales y residuos de las áreas ocupadas por la actividad.
Sistemas tratamiento	Clausura sistemas tratamiento	Tratamiento final de desechos y cierre de los sistemas instalados para el servicio de la perforación.
Áreas degradadas	Restauración áreas afectadas	Recuperación morfológica, paisajística y de la cobertura vegetal de las áreas intervenidas por la actividad.

Fuente: Araújo Ibarra & Asociados S.A.

En la Tabla 5-3 se consigna el listado de aspectos e impactos ambientales identificados. Se describen los impactos a partir del proceso de descripción y cuantificación o estimación de los cuatro aspectos anteriores (Identificación de actividades, determinación de recursos naturales requeridos, identificación de necesidades energéticas, inventario de residuos generados por la actividad).

Tabla 5-3. Identificación de los aspectos e impactos ambientales

ETAPA	CALIFICACION DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES		
	ACTIVIDADES	ASPECTOS AMBIENTALES	IMPACTOS AMBIENTALES

ETAPA	CALIFICACION DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES		
	ACTIVIDADES	ASPECTOS AMBIENTALES	IMPACTOS AMBIENTALES
INSTALACION DEL PROYECTO	Planeación y Organización del Proyecto	Información a la comunidad	Aumento de expectativas frente al proyecto
			Alteración de actividades tradicionales
		Contratación de Mano de Obra	Aumento de ingresos familiares locales
			Generación de empleo local
			Sobreoferta de mano de obra por parte de la comunidad
			Presencia de personal foráneo con expectativas de empleo
			Aumento de la demanda de bienes y servicios
		Participación de la comunidad en proyectos sociales	Aumento en la capacidad de la comunidad para elaboración de proyectos sociales y ambientales
			Aumento de la inversión social en proyectos sociales y ambientales
			Fortalecimiento de entidades locales
		Implementación Programa de Educación y capacitación	Mejoramiento del nivel de conocimientos en aspectos ambientales
			Mejoramiento del nivel de conocimientos en aspectos culturales
			Mejoramiento del nivel de conocimientos en aspectos de seguridad industrial
CONSTRUCCIONES Y ADECUACIONES CIVILES	Movilización de personal, equipo y materiales	Tráfico vehicular	Deterioro de la calidad del aire
			Generación de ruido
	Almacenamiento de maquinaria y equipos para actividades constructivas	Disposición de residuos de mantenimiento y limpieza	Deterioro de la calidad del suelo
			Alteración del paisaje
	Construcción vías internas	Retiro capa vegetal	Inducción procesos erosivos
			Pérdida de cobertura vegetal
			Alteración del paisaje
		Disposición residuos vegetales	Deterioro de la calidad del suelo
		Movimiento de Tierras	Deterioro de la calidad del aire
			Alteración del Paisaje
			Generación de procesos erosivos
	Construcción de obras de arte y	Uso de materiales de construcción	Deterioro de la calidad del aire
			Generación de ruido

ETAPA	CALIFICACION DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES		
	ACTIVIDADES	ASPECTOS AMBIENTALES	IMPACTOS AMBIENTALES
	estructuras necesarias para vías		
	Utilización de materiales de Arrastre	Extracción y Transporte de material de Arrastre	Deterioro de la calidad del aire
			Generación de ruido
			Deterioro de la calidad del agua
	Instalación de campamento	Tráfico vehicular	Deterioro de la calidad del aire
			Generación de ruido
		Uso de materiales de construcción	Deterioro de la calidad del aire
			Generación de ruido
CONSTRUCCION DE LA PLANTA	Instalación facilidades de apoyo	Uso de materiales de construcción	Deterioro de la calidad del aire
			Generación de ruido
	Instalación equipos	Tráfico vehicular	Deterioro de la calidad del aire
			Generación de ruido
		Uso de materiales de construcción	Deterioro de la calidad del aire
			Generación de ruido
	Preinstalación de equipos	Vertimiento de residuos líquidos	Contaminación del suelo
		Utilización de productos químicos	Deterioro de la calidad del aire
			Deterioro de la calidad del suelo
	Instalación y operación de equipo para las pruebas de producción	Generación de envases y empaques contaminados	Deterioro de la calidad del suelo
		Tráfico vehicular	Deterioro de la calidad del aire
			Generación de ruido
		Emisiones atmosféricas	Deterioro de la calidad del aire
			Radiación térmica
DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO	Desmantelamiento de instalaciones	Tráfico vehicular	Generación de ruido
	Limpieza final del área	Disposición de residuos de limpieza	Recuperación de la calidad del suelo
	Restauración de áreas afectadas	Revegetalización de áreas afectadas	Recuperación del suelo
			Regeneración de la cobertura vegetal
		Recuperación paisajística	Mejoramiento de la calidad visual paisajística

Fuente: Araújo Ibarra & Asociados

5.1.2.2 Determinación de la Significancia de los Aspectos e Impactos Ambientales.

Este procedimiento incluye la valoración de diferentes aspectos relativos a los impactos y su comportamiento frente al medio.

5.1.2.2.1 Evaluación de los impactos Ambientales.

En la Tabla 5-4 se presenta una descripción de los parámetros usados para la evaluación de los impactos ambientales derivados de la ejecución del proyecto. Es importante enmarcar en todo momento el análisis al uso de suelo permitido en el área susceptible de ser afectada.

Tabla 5-4. Parámetros para la evaluación de la importancia de los impactos ambientales

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN		VALOR
CARÁCTER	Se refiere a la naturaleza benéfica o perjudicial del impacto considerado.	BENEFICIOSO	Impacto beneficioso.	+
		PERJUDICIAL	Impacto perjudicial.	-
PERMANENCIA	Se refiere al tiempo de duración de los efectos derivados de los impactos desde su ocurrencia hasta que el factor afectado retorne a las condiciones iniciales, ya sea por medios propios o mediante la introducción de medidas correctivas, en caso de impactos perjudiciales.	BAJA	Corto período de tiempo.	1
		MEDIA	Efectos temporales.	5
		ALTA	Efectos permanentes.	10
FRECUENCIA	Se refiere a la posibilidad de ocurrencia de un impacto o su frecuencia y sus efectos en una situación normal.	BAJA	Remotamente posible o puede ocurrir una sola vez.	1
		MEDIA	Posible ocasionalmente.	5
		ALTA	Ocurre con frecuencia.	10
EXTENSIÓN	Se refiere a la extensión geográfica de la zona susceptible de verse afectada por unos impactos y sus efectos.	BAJA	Predios de la planta.	1
		MEDIA	Zona de influencia directa.	5
		ALTA	Zona de influencia indirecta y más allá.	10
INTENSIDAD	Magnitud de los efectos derivados del impacto.	BAJA	Cambio mínimo, susceptible de ser mitigado fácilmente en caso de ser perjudicial.	1
		MEDIA	Cambios serios, que necesitan - en caso de ser perjudicial - medidas correctivas para su control o mitigación.	5
		ALTA	Cambios irreversibles.	10
NIVEL DE SIGNIFICANCIA	Los parámetros mencionados se categorizarán de acuerdo al juicio de los expertos que diseñan la matriz de identificación y evaluación de impactos. La escala refleja la importancia que se da a un parámetro en particular.	NS = suma de valores de la tabla	RANGOS (*)	
			4 A 13	BAJO
			16 A 26	MEDIO
			27 A 40	ALTO

(*) El código de color aplica a los impactos negativos. Fuente: Araújo Ibarra & Asociados S.A.

Con el fin de establecer el nivel de significancia de cada impacto (bajo, medio, alto), se estableció una escala de valores a la cual el puntaje obtenido por el impacto al sumar las calificaciones de los 4 parámetros fue comparado (Tabla 5-5). Los rangos establecidos en la siguiente tabla contemplan las posibles combinaciones de calificaciones de los parámetros, para un impacto dado:

Tabla 5-5. Nivel de significancia de un impacto en función de su calificación

Número de parámetros calificados			Puntos	Nivel de significancia del impacto (*)
Bajo	Medio	Alto		
4	0	0	4	BAJO 4 – 13
3	1	0	8	
2	2	0	12	
3	0	1	13	
1	3	0	16	MEDIO 16 – 26
2	1	1	17	
0	4	0	20	
1	2	1	21	
2	0	2	22	
0	3	1	25	
1	1	2	26	
0	2	2	30	ALTO 30 – 40
1	0	3	31	
0	1	3	35	
0	0	4	40	

(*) El código de color aplica a los impactos negativos. Fuente: Araújo Ibarra & Asociados S.A.

Criterios de Evaluación de posibles Impactos sobre el Componente Arqueológico

La definición de los criterios de evaluación que fueron aplicados para medir el grado de impacto y de afectación del componente arqueológico que resultará afectado por la ejecución del proyecto, se detallan en las Tabla 5-6 y Tabla 5-7.

Tabla 5-6. Criterios de evaluación del impacto sobre el patrimonio

CRITERIOS O FUNCIONES DE EVALUACION	NIVELES	DESCRIPCION
Tipo de Impacto	Positivo (P) Negativo (N) Insignificante (I)	Hace referencia a las características benéficas o perjudiciales de un efecto y su calificación es de tipo cualitativo como positivo, negativo o insignificante. En el presente estudio, se ha estimado que para el proyecto de la planta, el tipo de impacto se ha considerado como insignificante (I)
Duración	Corto Plazo (C) Mediano Plazo (M) Largo Plazo (L)	Hace referencia a la escala temporal en que actúa el impacto y se puede cualificar como: corto plazo si es un impacto con duración menor o similar al tiempo de la exploración; mediano plazo si es el impacto perdura algún tiempo posterior a la exploración y de largo plazo cuando el impacto hace referencia específica a las actividades de remoción de tierras. En este estudio se ha considerado, que la duración del impacto es de corto plazo (C)
Magnitud	Alta (A) Moderada (M) Baja (B)	Se refiere al grado de afectación que presenta el impacto sobre el patrimonio. Aunque esta magnitud se puede intentar cuantificar, se presenta generalmente en forma cualitativa y se expresa como baja, moderada o alta. En este estudio se ha estimado que la magnitud tiende a ser Baja (B).
Tendencia	Creciente (C) Estable (E) Decreciente (D)	Es un análisis del escenario futuro y predice lo que sucederá con los efectos bajo análisis y se califica como Creciente, Estable o Decreciente. En este estudio se ha estimado que, siguiendo las recomendaciones descritas en el presente documento, este criterio tenderá a ser de Estable (E) a Decreciente (D)
Probabilidad de Ocurrencia	Baja (B') Media (Me) Alta (A')	Se refiere a la posibilidad que el impacto se suceda o no, dadas las características y grado de conservación de un yacimiento arqueológico con relación al tipo de obra a ejecutar. En este estudio se ha considerado que, para todos los casos, la probabilidad de ocurrencia tiende a ser Baja (B')
Área de Influencia	Local (L) Regional (R)	Hace referencia a la extensión espacial que puede tener un impacto sobre el patrimonio. Local se refiere al área del lote, mientras que Regional se refiere a la importancia de los hallazgos, su

CRITERIOS O FUNCIONES DE EVALUACION	NIVELES	DESCRIPCION
		contexto y su correspondencia con determinada unidad de paisaje. En este estudio se ha considerado que su incidencia es de carácter Local (L)
Alternativa de Manejo	Prevenible (P') Mitigable (Mi) Compensable (Co)	Corresponde a la definición del tipo de medida de que será objeto el impacto. Como el documento base contempla un nivel de atención eventual, se ha considerado que su tendencia es Prevenible (P').

Fuente: Araújo Ibarra & Asociados S.A.

Tabla 5-7. Calificación de impactos potenciales sobre el patrimonio

1. Yacimiento Arqueológico:	ALTERACIÓN – DESTRUCCIÓN
2. Impacto:	NEGATIVO POR PROBABLE ALTERACIÓN DE YACIMIENTOS
3. Actividades:	PROSPECCIÓN SISTEMÁTICA Y MONITOREO ARQUEOLÓGICO EVENTUAL
Descripción del Impacto	
Relación Causa/Efecto: Este anexo resume la calificación del impacto en términos generales, es decir, tomando como criterio de evaluación los resultados del reconocimiento arqueológico realizado en el lote donde se localizará la planta, municipio de San Luis, departamento del Tolima. De acuerdo con el diagnóstico obtenido por el RECONOCIMIENTO ARQUEOLÓGICO, y teniendo en cuenta la sugerencias expuestas en el presente documento la probabilidad de alterar yacimientos arqueológicos durante la exploración se ha considerado como baja. La causa de las labores EXPLORACIÓN se ha cualificado de la siguiente forma: Tipo de Impacto ----- Insignificante (I) Duración ----- Corto Plazo (C) Magnitud ----- Baja (B') Tendencia ----- Creciente (C) si no tienen en cuenta las recomendaciones, Decreciente (D) en caso contrario Probabilidad de Ocurrencia ----- Baja (B') Área de Influencia ----- Local (L) Alternativa de Manejo ----- Prevenible (P')	

Fuente: Araújo Ibarra & Asociados S.A.

5.1.2.2.2 Resultados de la Evaluación con Proyecto.

A continuación se presentan los resultados de la evaluación del proyecto de construcción y operación de la planta procesadora de cemento. En los **Formatos de Calificación** se presentan los resultados de la evaluación ambiental, así como los de la Importancia ambiental en cada una de las etapas del proyecto (Planeación y organización del proyecto, Construcción y Adecuación de obras Civiles, Perforación y Desmantelamiento y Abandono).

5.1.2.2.3 Impactos Significativos.

De acuerdo con la calificación dada, se pueden determinar los impactos más significativos que presenta cada uno de ellos y la etapa y actividad que los causan (Tabla 5-8).

Tabla 5-8. Impactos más significativos durante la construcción y operación de la planta procesadora de cemento

ETAPA	ACTIVIDADES	IMPACTOS AMBIENTALES	SIG
PLANEACION DEL PROYECTO	Planeación	Aumento de expectativas frente al proyecto	
		Alteración de actividades tradicionales	
		Aumento de ingresos familiares locales	
INGRESO DE PERSONAL A LA ZONA DEL PROYECTO	Organización del Proyecto	Presencia de personal foráneo con expectativas de empleo	
		Aumento de la demanda de bienes y servicios	
		Generación de empleo local	
		Sobreoferta de mano de obra por parte de la comunidad	
CONSTRUCCIONES Y ADECUACIONES CIVILES	Almacenamiento de maquinaria y equipos para actividades constructivas	Deterioro de la calidad del suelo	
	Construcción de obras para manejo de aguas lluvias y accesos internos	Pérdida de cobertura vegetal	
		Generación de procesos erosivos	
		Alteración del paisaje	
		Deterioro de la calidad del agua	
		Deterioro de las vías de acceso	
INSTALACION DE	Preinstalación de equipos,	Fortalecimiento de entidades locales	

ETAPA	ACTIVIDADES	IMPACTOS AMBIENTALES	SIG
LA PLANTA PROCESADORA DE CEMENTO	instalación de equipos	Mejoramiento del nivel de conocimientos en aspectos de seguridad industrial	
		Aumento de la inversión social en proyectos sociales y ambientales	
		Aumento en la capacidad de la comunidad para elaboración de proyectos sociales y ambientales	
		Deterioro de la calidad del aire	
		Generación de ruido	
		Generación de residuos sólidos	
OPERACIÓN DE LA PLANTA PROCESADORA DE CEMENTO	Fabricación de cemento, cargue y transporte de materiales e insumos y productos	Deterioro de la calidad del aire	
		Generación de ruido	
		Deterioro de vías de acceso	
		Deterioro de la calidad del aire en las vías de acceso	
DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO	Desinstalación de la planta	Generación de ruido	
		Sobreoferta de mano de obra por parte de la comunidad	

Fuente: Araújo Ibarra & Asociados S.A.

De la Tabla 5-8, puede concluirse que durante el ingreso de personal a la zona del proyecto para la construcción de la planta se generarán los impactos más significativos, y son de carácter social, debido a las siguientes razones:

- **Cambio en la Dinámica de empleo:** La cobertura será puntual porque su efecto se limitará a la afectación de algunas veredas del área de influencia directa. Esto quiere decir, que durante la instalación de los equipos, se pueden presentar algunos desplazamientos, sobre todo de población masculina, los cuales buscarán, ante la baja demanda de empleo, un cupo de trabajo en el proyecto, teniendo en cuenta la facilidad de desplazamiento desde las cabeceras municipales de San Luis y Valle de San Juan y desde la capital del departamento.

Es en este impacto en donde la actividad de Información y Comunicación por parte de la empresa, jugará un papel determinante, ya que se pretenden desmotivar los fenómenos de desplazamiento temporal de veredas o de otros municipios, primero informando acerca del proyecto y sus requerimientos dirigidos inicialmente a los habitantes de las veredas de influencia directa, y posteriormente, si se necesita un apoyo en los habitantes de otras veredas, se fijarán los respectivos parámetros para tal

fin. De esta manera, se evitarán los posibles desplazamientos, sobre todo de población masculina a las veredas del área de estudio.

- **Generación de ingresos:** En este efecto es donde el impacto es positivo, puesto que el empleo es una carencia que existe en las veredas del área de estudio. Es de recalcar que este impacto estará presente durante el desarrollo de toda la actividad de construcción y durante la contratación de mano de obra no calificada.

Se destaca que la contratación de mano de obra no calificada será baja durante la operación del proyecto y por lo tanto su magnitud será baja. Su cobertura será local, es decir que la selección de personal para la contratación de mano de obra no calificada, aunque se concentrará en las veredas del área de influencia directa del proyecto, puede permitir la contratación de personal de las cabeceras municipales de los dos municipios. Su duración y recuperabilidad serán a corto plazo o fugaz, y la reversibilidad será a corto plazo, ya que la recuperación de las condiciones iniciales de empleo en el área se darán después que las actividades de construcción finalicen. Será un impacto de tipo directo, porque el proyecto necesita de la mano de obra no calificada y por lo tanto de probabilidad de ocurrencia alta.

Dentro de los impactos positivos se tiene la recuperación del área, pues en el caso de que no se logren los objetivos en cuanto a productividad de estos prospectos el área se recuperará para dejarla en condiciones iguales en cuanto a los componentes suelo, vegetación y paisajística.

- **Cambio en la Capacidad de Gestión:** Este impacto se considera de carácter positivo pero irrelevante, partiendo del hecho que actualmente, las comunidades de las veredas del área de influencia directa están organizadas y gestionan proyectos en diferentes instancias, de allí que se califique su magnitud baja, cobertura puntual, duración temporal, reversible a corto plazo, recuperable a corto plazo, tendencia acumulativa pero probabilidad de ocurrencia baja.
- **Cambio en la Conflictividad Social:** Es lógico que se dé un impacto sobre la conflictividad social durante la construcción, y operación del proyecto, sin embargo se considera que durante la fase informativa este cambio negativo será de importancia irrelevante, puesto que tanto la comunidad como la empresa tendrán constante comunicación por mecanismos claramente definidos y las políticas de contratación serán conocidas y acatadas en el área.

La presencia de camiones transportadores de equipos, insumos y productos, tanto durante la construcción como durante la operación, en el área de influencia directa y la presencia de viviendas dispersas en el sector rural, posiblemente pueden generar la probabilidad de conflictos por ruidos generados por la movilización de vehículos.

- **Demanda de bienes y servicios:** Este impacto está asociado a la posible compra de materiales en la región, el cual también pueden estar unido a los cambios en la conflictividad. Por lo tanto, este impacto fue calificado con cobertura local, magnitud baja, ya que existe un mecanismo de contratación de estos servicios en el área, con reversibilidad y recuperabilidad a corto plazo, duración pertinente, debido a que es un impacto que tendrá duración mayor a tres años, periódico y con posibilidad de ocurrencia alta, con un valor de importancia moderado y de carácter positivo.

Así mismo durante la etapa de construcción se generan impactos significativos, debido a:

- **Cambio en el Uso del Suelo:** Este impacto se calificó como de carácter positivo, puesto que actualmente las fincas del área de influencia directa donde se desarrollará el proyecto son de producción ganadera. Dicho cambio es importante puesto que la magnitud es media y aunque la cobertura es puntual, la duración será pertinente, reversible a largo plazo, discontinuo, de tipo directo y probabilidad de ocurrencia alta.

Dentro de las construcciones y adecuaciones civiles se consideran significativos los siguientes impactos: Pérdida de la cobertura vegetal, la alteración del paisaje y el deterioro de la calidad del suelo, estos impactos resultan bajos debido a que las áreas a ser afectadas son pocas, de forma tal que en caso que resulten promisorios estos prospectos, la intervención en el área irá aumentando y su impacto progresivamente mayor.

Y durante la operación, se generan emisiones y ruido que pueden llegar a afectar el entorno, por:

- **Operación de la planta:** Durante la operación de la planta los impactos ambientales significativos están asociados al deterioro de la calidad del aire, por las emisiones atmosféricas y por la generación de ruido, lo cual es mitigable con tecnologías de punta e instalación de barreras vivas.

Partiendo de estos resultados y teniendo en cuenta los criterios establecidos en la guía para plantas cementeras, se establecieron las medidas de manejo ambiental cuyo objetivo consiste en la implementación de medidas de prevención, mitigación y control de los impactos ambientales más significativos.

6 ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL

La zonificación de manejo de la actividad para el lote donde se ubica al proyecto, consiste en tomar como base las diferentes actividades que se llevarán a cabo en el proyecto de construcción y operación y relacionar dichas actividades con la descripción ambiental del área de estudio que fue presentada en el diagnóstico ambiental y la Zonificación de sensibilidad Ambiental establecida.

6.1 Definición de Zonas de Manejo

Se establecieron tres grandes niveles para clasificar la factibilidad de ejecución de un proyecto en un área determinada, dependiendo del grado de sensibilidad de dicha área. Estas categorías son las siguientes:

Zonas de Exclusión

Las zonas de exclusión comprenden a su vez dos sub-categorías, una que depende de la situación legal o jurídica del área y otra que depende de condiciones de extrema sensibilidad ambiental, como se explica a continuación:

- Desde el Punto de Vista Legal: Corresponden a aquellas áreas que no podrán ser intervenidas por las actividades del proyecto de construcción y operación, debido a que han sido declaradas o consideradas como áreas de preservación y conservación mediante actos administrativos o por entes particulares o privados (Parques Nacionales Naturales, Reservas Forestales Protectoras, Áreas Naturales Únicas, Santuarios de Fauna y Flora y/o Áreas amortiguadoras de Parques Nacionales).
El Área de Estudio no presenta este tipo de áreas, es decir no es una zona que presente restricciones de carácter legal, que tenga ingerencia sobre la posibilidad de ejecutar el proyecto de construcción y operación.
- Desde el Punto de Vista de la Sensibilidad Ambiental: Existen dentro del área, elementos que se consideran excluyentes no para el proyecto en general, pero si para algunas de las actividades que hacen parte del mismo. Por ejemplo, la ronda de protección del río Luisa (30 metros), puesto que se debe guardar una zona de seguridad con respecto a su margen, pero si se podrá captar agua si las condiciones de calidad y caudal lo permiten.

Zonas Susceptibles de Intervención con Restricciones

Son todas aquellas áreas donde se pueden realizar actividades del proyecto pero sujetas al cumplimiento de las medidas propuestas en las Estrategias y el Plan de Manejo. Por ejemplo, en la zona de pendiente moderada, es necesario desarrollar las actividades de construcción

ajustándose a las medidas de manejo propuestas, con el fin de minimizar el impacto y evitar la activación de procesos erosivos. También se puede decir que en general, todas las actividades que afecten el componente social deberán realizarse con restricciones, a fin de evitar problemas a la comunidad y al proyecto mismo.

Zonas Susceptibles de Intervención

Las áreas de sensibilidad baja o sin restricciones, podrán ser intervenidas por el proyecto de construcción y operación con la implementación de estrategias básicas de manejo y no requieren de ningún tipo de medida compleja y es específicamente el área donde se proyecta la construcción.

6.1 Zonificación del área de estudio

En la Tabla 6-1, Tabla 6-2 y Tabla 6-3 se resume la zonificación de manejo ambiental para el componente físico, biótico y socioeconómico, respectivamente que enfrenta mediante una matriz, la relación existente entre las actividades del proyecto de construcción y operación y los elementos del medio ambiente en el Área de Estudio.

La matriz utiliza cuatro colores para la simbolización del tipo de zona sobre la cual se pretende realizar la acción del proyecto como se indica en la Figura 6-1:

Figura 6-1. Zonificación de manejo ambiental

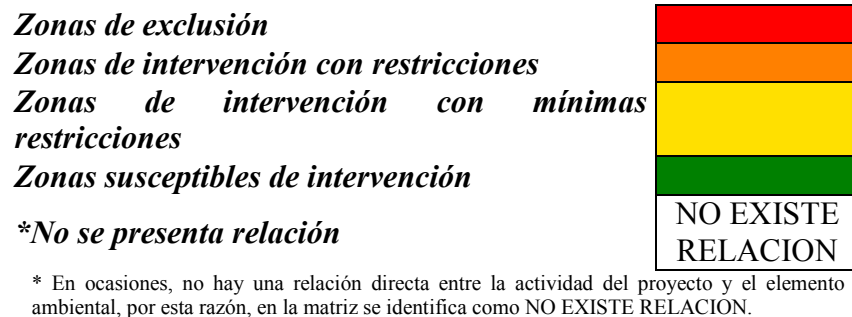


Tabla 6-1. Matriz de zonificación de manejo ambiental del componente físico para el área de estudio

ELEMENTO AMBIENTAL		ETAPAS DEL PROYECTO PLANTA PROCESADORA DE CEMENTO				DESCRIPCION
		Adecuaciones civiles dentro del lote	Transporte de equipos	Instalación de la planta	Operación de la planta	
FISICO	AGUAS SUPERFICIALES					
	Río Luisa					El río Luisa como tal, son elementos de exclusión para la construcción de infraestructura (se debe guardar un margen mínimo de 30 metros con respecto a ellos), sin embargo se constituye la mejor fuente para la captación dentro del área, para todas las actividades del proyecto (obras civiles, operación). Por esta razón se consideran elementos con restricciones.
	GEOFORMAS					
	Colinas			NO EXISTE RELACION	NO EXISTE RELACION	Unidades frecuentemente inundables y de márgenes inestables (procesos erosivos de socavamiento lateral). Se presentan márgenes establecidas por ley como área de restricción.
	Abanicos fluvio volcánicos					Unidades frecuentemente inundables pero que son ambientalmente manejables en época seca debido a que se transforman en planicies estables.
	Caños intermitentes			NO EXISTE RELACION	NO EXISTE RELACION	La única limitante generada por esta unidad lo representan algunas formaciones de vega como los esteros por lo que resulta en ecosistemas que se deben proteger y guardar un margen de 30 m.
	AGUAS SUBTERRANEAS					
	Aljibes			NO EXISTE RELACION	NO EXISTE RELACION	Con respecto a los aljibes se deberá guardar un margen de protección de 100 m (de acuerdo con la legislación) debido a que de estos elementos se abastecen de agua potable los pobladores de esta región, por esta razón son elementos de exclusión para la construcción de vías y localizaciones y por lo tanto no hay una relación entre estos elementos y las pruebas de producción y el desmantelamiento y abandono.

Tabla 6-2. Matriz de zonificación de manejo ambiental del componente biótico para el área de estudio

ELEMENTO AMBIENTAL		ETAPAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCION Y OPERACIÓN DE LA PLANTA				DESCRIPCION	
		Adecuaciones dentro del lote	Transporte de equipos	Instalación de equipos	Operación de la planta		
		COBERTURA VEGETAL Y USO DEL SUELO					
	BIOTICO	Bosque protector de la ronda del río Luisa					Las unidades de bosques de galería están asociadas a los cuerpos de agua, deberán ser protegidas mediante un margen de seguridad de 30 metros con respecto al curso del cuerpo de agua, con lo que al mismo tiempo se protege la vegetación. Es decir se protegen tanto el cuerpo de agua como su vegetación aledaña al mismo tiempo.
		Bosques secundarios					Las zonas de pequeños bosques en medio de las colinas, son áreas estratégicamente importantes desde el punto de vista ambiental puesto que sirven como hábitat temporal para algunas especies de fauna durante la época de lluvias, por esta razón será necesario limitar la afectación de estas áreas al mínimo posible, e implementar medidas de manejo de mitigación y compensación.
		Pastos					Las unidades de pasto enmalezado se consideran como elementos sin restricciones debido a que sobre ellos se puede desarrollar el proyecto e inclusive construir vías y localizaciones, afectando lo menos posible e implementando medidas de manejo específicas que mitiguen y compensen la afectación, como por ejemplo terraplenes en las vías.

Tabla 6-3. Matriz de zonificación de manejo ambiental del componente socioeconómico para el área de estudio

ELEMENTO AMBIENTAL		ETAPAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCION Y OPERACIÓN				DESCRIPCION
		Adecuaciones dentro del lote	Transporte de equipos	Instalación de equipos	Operación de la planta	
SOCIOECONOMICO	INFRAESTRUCTURA SOCIAL Y ECONOMICA					
	Núcleos e infraestructura poblacional	NO EXISTE RELACION		NO EXISTE RELACION	NO EXISTE RELACION	Durante el transporte de equipos, insumos y materias primas, es necesario tomar las medidas preventivas necesarias para evitar contratiempos con las comunidades.
	Infraestructura vial	NO EXISTE RELACION		NO EXISTE RELACION	NO EXISTE RELACION	Las vías de acceso son un elemento con restricciones por las molestias que se pueden ocasionar a la comunidad.
	Infraestructura de servicios (acueductos, redes de energía, etc.)					La infraestructura de servicios constituye un elemento de sensibilidad alta e importancia socioeconómica y debe por lo tanto manejarse con restricciones durante las etapas de construcción y operación. La utilización o afectación de la infraestructura como por ejemplo tuberías, alcantarillas, redes de energía, etc.; deberá hacerse de manera concertada con la misma comunidad.
	POTENCIAL ARQUEOLOGICO					
	Áreas de potencial Arqueológico					En caso de nuevas adecuaciones en el lote, deben implementarse estrategias puntuales mediante el acompañamiento eventual en la etapa de construcción del acceso que se diseñe para el proyecto. Se consideran con restricciones debido a que antes de la construcción de nuevas instalaciones, será necesario establecer la situación real del sitio que se afectará.

7 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Para el área donde se va a construir y operar la planta procesadora de cemento, en cada una de las actividades que se desarrollarán, se formularán estrategias de manejo ambiental, siendo este producto de la identificación de los posibles impactos generados por esta actividad industrial y los riesgos que eventualmente afectarían a la misma. Las estrategias involucran las políticas de la empresa, en relación con el medio ambiente y la responsabilidad social de sus operaciones.

Con base en la evaluación ambiental se determina, que los componentes del medio ambiente que pueden verse afectados durante el desarrollo por alguna de las actividades del proyecto de construcción y operación de la planta son:

Componente físico: El elemento más afectado sería el suelo por las actividades realizadas para las adecuaciones locales, a pesar que el lote ya está listo para la instalación de los equipos de la planta.

Componente Social: Las actividades de construcción, afectarían actividades económicas relacionadas con el comercio local.

Componente Biótico: Debido a las características del proceso industrial, se verá afectado el recurso aire por las emisiones atmosféricas. El área a intervenir está cubierta por pastos y por lo tanto el impacto sobre la flora y la fauna es menor.

Las estrategias de manejo para cada uno de los componentes afectados por la actividad se presentarán a continuación, estas son necesarias para desarrollar el proyecto de construcción y operación de la planta.

De acuerdo a la naturaleza que tiene el Estudio de Impacto Ambiental se manejarán los aspectos con la profundidad correspondiente, mediante fichas que constituyen el Plan de Manejo Ambiental (PMA) y consta de programas, proyectos y actividades, necesarios para prevenir, controlar, mitigar, compensar y corregir los impactos generados durante las actividades de construcción y operación detectados durante la evaluación de impactos. Incluye igualmente las acciones orientadas a potencializar los impactos positivos del mismo.

Cada una de las medidas de manejo cuenta con su respectiva ficha, la cual contiene:

Objetivos: Indica de manera específica y precisa la finalidad por la cual se pretende desarrollar la medida.

Metas: Presenta las metas a alcanzar, indicándose el momento de aplicación de la medida a que corresponden.

Etapas: Se refiere a cada una de las etapas del proyecto (construcción, operación y mantenimiento).

Impacto Ambiental: Describe el impacto específico objeto de medida.

Tipo de Medida: Establece si la medida es de prevención, protección, control, mitigación, restauración o compensación.

Acciones a Desarrollar: Corresponde a las obras, acciones o actividades para desarrollar la medida propuesta, indicando las técnicas, métodos y sistemas que se emplearán.

Indicadores: Establece indicadores cualitativos y cuantitativos que permitan verificar la eficacia y eficiencia de la medida.

Lugar de Aplicación: Indica con precisión la ubicación del sitio, área o trayecto en el cual se ejecutará la medida.

Responsable de la Ejecución: Identificar la empresa, entidades u organizaciones que directamente asumirán la responsabilidad en la ejecución de la medida.

Personal Requerido: Indica por especialidad, el número de personas requeridas y el tiempo de dedicación.

Monitoreo y Seguimiento: Identifica los elementos a monitorear para el seguimiento de la medida y formular el programa correspondiente, incluyendo los mecanismos de participación ciudadana y el cronograma respectivo.

Cronograma de Ejecución: Indica los tiempos de ejecución de las acciones de la medida y momento de aplicación.

Cuantificación y Costos: Establece la unidad de medición, la cantidad, el costo unitario y total.

Las fichas definidas para el proyecto se presentan a continuación:

FICHA MF 1. Manejo de residuos líquidos domésticos

FICHA MF 3. Manejo de residuos sólidos domésticos

FICHA MF 4. Manejo de residuos sólidos industriales

FICHA MF 5. Programa de estabilización de taludes.

FICHA MF 6. Manejo de descapote y disposición de suelos

FICHA MF 7. Manejo de drenajes y obras de arte

FICHA MB 1. Programa de manejo del descapote y remoción de cobertura vegetal.

FICHA MB 2. Programa de Revegetalización de áreas intervenidas

FICHA MS 1. Programa de información y participación comunitaria

FICHA MS 2. Programa de apoyo a la capacidad de gestión institucional

FICHA MS 4. Programa de contratación de mano de obra local

FICHA MS 5. Rescate arqueológico

7.1 Programas del Medio Físico

FICHA MF 1. Manejo de residuos líquidos domésticos

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL				FICHA MF-01
PROGRAMA		PROYECTO		
MANEJO DE RESIDUOS LIQUIDOS DOMESTICOS		PLANTA PROCESADORA DE CEMENTO		

OBJETIVO	Establecer una guía para el manejo adecuado de las aguas residuales domésticas originadas en las instalaciones de la planta, con el propósito de prevenir la alteración de la calidad de los cuerpos de agua receptores, así como también evitar la contaminación de las corrientes de agua superficiales y del suelo, debido a la inadecuada disposición de aguas residuales domésticas (negras y grises) producidas en los campamentos durante la construcción y durante la operación.				
METAS	Poder devolver al medio natural ya sea por aspersión o por vertimiento directo el efluente en un mínimo de condiciones de acuerdo a la normatividad legal ambiental vigente				
ETAPA	Operación	x	Mantenimiento		Abandono/Restauración
IMPACTOS A PREVENIR	- Contaminación del suelo y aguas superficiales y subterráneas. - Emisión de malos olores - Generación de vectores por un tratamiento deficiente - Generación de enfermedades por vectores				
TIPO DE MEDIDA	Prevención	x	Protección		Control
	Corrección		Mitigación	x	Compensación

LUGAR DE APLICACIÓN	Durante la construcción se contará con una batería sanitaria provisional. Las medidas serán ejecutadas en el área de los sistemas de tratamiento (PTAR), que tendrán las distancias mínimas de tal forma que no afecte cuerpos de aguas superficiales ni subterráneas.
ACCIONES A DESARROLLAR	INDICADORES
- Las aguas grises y las aguas negras deben estar por separado dentro de sistema. - Las aguas grises conformadas por las aguas de duchas, lavamanos y cocinas contienen una carga bastante alta de jabones, detergentes y grasas entre otros, por tal razón su sistema de tratamiento será a través de trampas de grasa, decantación y filtros de malla finas para posteriormente pasar al sistema. - Las aguas negras son aquellas provenientes de los sistemas sanitarios del campamento y su tratamiento debe hacerse en tanques de descomposición aerobia. - El tanque aerobio de descomposición debe tener mantenimiento continuo.	- Funcionamiento y mantenimiento del sistema - Volumen de aguas residuales domésticas (producidas vs. tratadas) - Monitoreos periódicos antes y después del tratamiento para verificar la eficiencia del sistema

PERSONAL REQUERIDO	SEGUIMIENTO Y MONITOREO

- Técnico supervisor de la Planta de Tratamiento de aguas residuales. - Obreros de patio para limpieza y mantenimiento - Interventor Ambiental	Se deben señalar los indicadores de seguimiento y monitoreo que se utilizarán tales como muestreos, observaciones, Registro de avances de ejecución técnica y financiera, resultados o efectividad de la medida, receptividad en el medio (entorno físico-biótico o social), Además de establecerse los mecanismos de control y monitoreo se debe establecer la periodicidad de los mismos.
TECNOLOGÍAS A UTILIZAR	La base fundamental para el tratamiento de las aguas residuales domésticas es la segregación de efluentes. Los residuos líquidos provenientes del campamento, tendrán un tratamiento individual adecuado, de la siguiente manera. • Aguas negras: El sistema para tratar las aguas negras, consta de una planta de tratamiento de aguas negras (donde se utilizan productos coagulantes, floculantes y desinfectantes para el tratamiento de las aguas). En este sistema las aguas negras generadas serán conducidas por tuberías de PVC hasta la planta de tratamiento para luego ser llevadas a las piscinas de tratamiento y luego de ser tratados ser vertidas a la fuente receptora. La planta de tratamiento de aguas negras permite obtener aguas residuales tratadas con características aceptables de acuerdo con los parámetros establecidos y que podrá ser reutilizada por los procesos industriales. El tratamiento que se realiza en la planta consiste básicamente en la adición de productos químicos tales como sulfato de aluminio con el fin de coagular los sólidos, que luego serán floculados y sedimentados por medio de la adición de polímeros. También se utiliza el hipoclorito con el fin de evitar los malos olores con la ayuda de una buena oxigenación, manteniendo la planta en constante agitación. Adicionalmente, se puede usar tabletas de cloro que deben ser suministradas a diario. • Aguas grises: Para el tratamiento de las aguas grises será necesaria la construcción de tuberías independientes de 3 pulgadas de diámetro para: conducción de las aguas de cocina, conducción de las aguas de lavandería y otra para las aguas de aseo personal. Estas tuberías llegarán a una trampa de grasas revestida en concreto y que tendrá las siguientes dimensiones aproximadas de 2mx2mx1.5m, la cual debe contar con la suficiente capacidad de almacenamiento para recoger el volumen de las tres fuentes de aguas grises. La localización de la trampa deberá facilitar la limpieza y en lo posible se ubicará en un sitio sombreado a fin de mantener la temperatura lo más baja posible. El efluente resultante de la trampa de grasas, será recibido por la caja de inspección y conducido posteriormente hacia la piscina de tratamiento. Para llevar a cabo el desarrollo de este proyecto, se deja abierta la posibilidad de implementar una planta de tratamiento de aguas negras, la cual reduciría el impacto ambiental sobre el suelo que causa la construcción del pozo séptico y de la trampa de grasas mencionados anteriormente.

DURACION DE LA OBRA	PRESUPUESTO DE INVERSION	RESPONSABLE DE LA EJECUCION	
		FUNCIONARIO	DEPARTAMENTO
Durante las actividades de construcción y operación de la planta.	Costo estimado para el desarrollo de esta actividad será de \$ 20'000.000.	Responsable de medio ambiente designado por la organización	Ambiental

FICHA MF 2. Manejo de residuos líquidos industriales

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL				FICHA MF-02
PROGRAMA		PROYECTO		
MANEJO DE RESIDUOS LIQUIDOS INDUSTRIALES		CONSTRUCCION Y OPERACIÓN DE LA PLANTA PROCESADORA DE CEMENTO		

OBJETIVO	Proveer los parámetros adecuados para el manejo, tratamiento y disposición final de los residuos líquidos industriales generados durante la operación de la planta.				
METAS	Poder devolver al medio natural ya sea por aspersión o por vertimiento directo el efluente en un mínimo de condiciones de acuerdo a la normatividad legal ambiental vigente. El agua tratada en la PTAR va a ser reutilizada en el proceso.				
ETAPA	Operación	x	Mantenimiento		Abandono/Restauración
IMPACTOS A PREVENIR	- Deterioro de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas, causadas por el vertimiento de los residuos líquidos industriales - Deterioro de la calidad del suelo				
TIPO DE MEDIDA	Prevención	x	Protección		Control
	Corrección		Mitigación	x	Compensación

LUGAR DE APLICACIÓN	La unidad de descontaminación se ubicará en el área del proceso.				
ACCIONES A DESARROLLAR	INDICADORES				
- El tratamiento de las aguas industriales del proceso, las cuales serán recolectadas a través de un sistema de drenajes con trampas de grasa que separaran los aceites y grasas del agua a ser tratada y pasarán finalmente a la unidad de descontaminación. - Los aceites y grasas en la trampa de grasa serán retirados con absorbentes y serán almacenados en los contenedores como sólidos especiales. - Las de escorrentía que drenen por los canales perimetrales, después de pasar por la trampa de grasa, pasarán por una estructura escalonada de descole. - Se hará gasto racional para el consumo del agua. - Una vez han sido tratadas las aguas en la unidad de descontaminación y han alcanzado en las piscinas de tratamiento los parámetros exigidos por autoridad ambiental para su vertimiento. - La interventoría velará porque se realice vertimiento directo siguiendo los parámetro establecidos por el Decreto 3930 de 2010. - El interventor ambiental verificará los parámetros fisicoquímicos antes del vertimiento del agua del sistema de tratamiento.		- Fugas y/o derrame de aguas industriales. - Contaminación de suelo o cuerpos de agua cercanos - Monitoreo de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de las aguas de vertimiento. - Chequeo de las trampas de grasa y drenajes anexos. - Chequeo e inspección al manejo de reactivos y químicos de la unidad de descontaminación. - Inspección al mantenimiento de los sistemas de tratamiento.			

PERSONAL REQUERIDO	SEGUIMIENTO Y MONITOREO
Se proporcionará el personal requerido para el tratamiento, control y vertimiento de las aguas industriales.	Tanto los supervisores de la unidad de descontaminación como la interventoría ambiental velará por el estricto control, monitoreo y seguimiento de los procesos de tratamiento del agua industrial. Diariamente se realizarán reportes del adelanto en el tratamiento de las aguas residuales, en los cuales se mencionen los parámetros establecidos por la normativa vigente, y en el momento de realizar el vertimiento de aguas se debe contar con

	la presencia del Interventor Ambiental, para que se efectúe la autorización de dicho vertimiento. Para el caso de los vertimientos, se desarrollará la siguiente toma de muestras antes y después de ser tratado el efluente en cuestión. Los parámetros de calidad del agua a analizar son los que se establezcan en el Decreto 3930 de 2010.
TECNOLOGÍAS A UTILIZAR	El sistema consta básicamente de una unidad de floculación y una centrífuga decantadora que son utilizadas para la limpieza o deshidratación de las aguas. La unidad de floculación cuenta con un sistema completo de almacenamiento de químicos a dosificar, almacenamiento, almacenamiento de lodo y almacenamiento de agua tratada en el proceso. El proceso se inicia con la adición de un polímero que genera desestabilización de las cargas permitiendo la separación de las fases líquida y sólida del lodo de desecho. Gracias al carácter no iónico del polímero se facilita la reutilización del agua que sale del proceso en el sistema de lodo activo. La separación de las fases líquida y sólida se realiza por medio de una centrífuga decantadora. Los sólidos son descargados y la fase líquida es almacenada en el tanque para dicho propósito. El agua recuperada en este proceso puede ser utilizada para la dilución del lodo del sistema activo; y lavado de equipos o ser enviada al sistema de tratamiento de aguas. Después se inicia con la coagulación de los flóculos del lodo por medio de la utilización de sulfato de aluminio, una vez estén coagulados se utiliza el polímero, el cual es escogido mediante los resultados obtenidos de las pruebas de jarras, para flocular y precipitar los sólidos. El agua una vez que esté clarificada es dejada en reposo por un tiempo de aproximadamente dos horas con el fin de obtener una excelente estabilización de los parámetros fisicoquímicos. Este tratamiento se realiza mediante la utilización de motobombas para obtener una buena agitación del agua contenida y así obtener una mejor adición y mezcla de los productos utilizados. Si se llega a detectar la presencia de bacterias o el agua posee malos olores, se hace necesario adicionar hipoclorito de sodio.

DURACION DE LA OBRA	PRESUPUESTO DE INVERSION	RESPONSABLE DE LA EJECUCION	
		FUNCIONARIO	DEPARTAMENTO
Durante las actividades de operación de la planta	El costo estimado para el desarrollo de esta actividad es de \$ 30'000.000.	La empresa subcontratista encargada de la unidad de descontaminación es la responsable de la ejecución de las medidas adoptadas en la presente ficha, de otro lado la contratista es la responsable del cumplimiento de la subcontratista y vigilada a través de los responsables de seguridad industrial y medio ambiental.	Ambiental

FICHA MF 3. Manejo de residuos sólidos domésticos

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL				FICHA MF-03
PROGRAMA		PROYECTO		
MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMESTICOS		PLANTA PROCESADORA DE CEMENTO		

OBJETIVO	Establecer una guía para el manejo adecuado de los residuos sólidos domésticos originados en el campamento durante la construcción y en la operación de la planta, con el fin de prevenir la contaminación de suelos y evitar la generación de focos infecciosos que conlleve a generación de enfermedades en el personal que opera en el proyecto y a la población vecina del mismo. De igual forma, evitar la contaminación del agua y del aire debido a una inadecuada disposición de residuos domésticos durante el desarrollo del proyecto.					
METAS	Realizar la clasificación y disposición adecuada de estos tipos de materiales para que no produzcan impactos ambientales considerables en el área del proyecto.					
ETAPA	Operación	X	Mantenimiento		Abandono/Restauración	X
IMPACTOS A PREVENIR	- Contaminación del suelo, agua y aire por manejo y disposición inadecuada de los residuos sólidos domésticos.					
TIPO DE MEDIDA	Prevención	X	Protección		Control	
	Corrección		Mitigación	X	Compensación	

LUGAR DE APLICACIÓN	Estas actividades de manejo ambiental, serán desarrolladas en el lote donde se localiza el proyecto.
ACCIONES A DESARROLLAR	INDICADORES
Los residuos sólidos domésticos corresponden a residuos de alimentos, papel y cartón, plásticos y vidrios. • Para el adecuado manejo de estos debe tenerse en cuenta la clasificación preliminar entre desechos biodegradables y no biodegradables, reciclables, incinerables, etc. Partiendo de esta clasificación se separan en reciclables y no reciclables, para lo cual se dispondrá de recipientes para el manejo de los diferentes tipos de materiales desde la fuente de producción, facilitando su manejo y tratamiento final. • Los desperdicios de papel, plásticos, trapos u otros materiales incinerables serán recolectados y almacenados en un lugar cubierto del sol y de la lluvia. Para posteriormente ser quemados de manera controlada en un incinerador; el cual consiste en un quemador industrial que posee un control de emisiones nocivas. • Los empaques y envases se recolectarán en depósitos y serán evacuados hacia un proveedor autorizado, donde serán entregados a recicladores de la región • La limpieza de campamentos durante la construcción y demás áreas ocupadas se realizará frecuentemente. • Los desechos sólidos orgánicos serán almacenados en canecas de 55 galones, para que después sean recogidos por los habitantes de la región y que sirvan como alimento para los animales o dispuestos en una fosa biodegradación.	Los indicadores a tener en cuenta son los siguientes: • Clasificación de los residuos • Calidad del suelo • Cantidad de material reciclado

PERSONAL REQUERIDO	SEGUIMIENTO Y MONITOREO

Los ayudantes de cocina deberán tener la tarea de mantener el control señalado, a través de una a dos personas.	Se controlará estrictamente en el programa de reciclaje, que no existan mezclas de los diferentes desechos que se pretendan aprovechar, mediante una supervisión semanal de las canecas de almacenaje. La disposición final de los residuos será supervisada con el objeto de cumplir con el manejo adecuado de materiales biodegradables y no biodegradables.
TECNOLOGÍAS A UTILIZAR	Para el diseño de la fosa de biodegradación del material orgánico procedente del restaurante de la localización, se emplearán las técnicas y/o manejos de cal viva y degradación por cuadrícula. La recolección, evacuación y adecuada disposición de los anteriores elementos se realizará manualmente, teniendo en cuenta los implementos de seguridad industrial requeridos para estos casos.

DURACION DE LA OBRA	PRESUPUESTO DE INVERSION	RESPONSABLE DE LA EJECUCION	
		FUNCIONARIO	DEPARTAMENTO
Durante las actividades de construcción y la operación de la planta	Los costos para la construcción de la fosa así como también de su mantenimiento y compra de bultos de cal viva son de \$1'500.000.	El ejecutor de la presente ficha es la empresa contratista encargada de la construcción, responsable por velar la ejecución de tal acción.	Ambiental

FICHA MF 4. Manejo de residuos sólidos industriales

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL				FICHA MF-04
PROGRAMA		PROYECTO		
MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES		PLANTA PROCESADORA DE CEMENTO		

OBJETIVO	Proporcionar un adecuado manejo de este tipo de residuos implementando estrategias de manejo para su tratamiento y disposición.				
METAS	Evitar la formación y posterior derrame de livixiados Generar una colaboración con las empresas recicladoras de la zona para generar empleo y colaborar con elementos para su trabajo				
ETAPA	Operación	x	Mantenimiento		Abandono/Restauración
IMPACTOS A PREVENIR	- Contaminación del suelo por disposición inadecuada de residuos industriales				
TIPO DE MEDIDA	Prevención	X	Protección		Control
	Corrección		Mitigación	x	Compensación

LUGAR DE APLICACIÓN	Estas actividades de manejo ambiental, serán desarrolladas durante la construcción y operación de la planta.				
ACCIONES A DESARROLLAR	INDICADORES				
Los residuos sólidos industriales como papeles, cartón, plásticos, vidrios, chatarra y especiales contemplados aquí como trapos contaminados con disolventes, lubricantes e hidrocarburos, así como también baterías, pilas y otros sólidos químicos deberán tener inicialmente un lugar para su disposición en contenedores metálicos. Los contenedores metálicos deberán tener señalizado el tipo de residuos a contener o almacenar temporalmente (Papel, cartón y madera, Metálicos, Vidrios, Plásticos y especiales), de otro lado deberán estar pintados de acuerdo a la nomenclatura internacional de identificación de residuos. Los contenedores deben estar protegidos contra la intemperie con el fin de evitar la formación y posterior derrame de livixiados. El material reciclable puede ser negociado con las empresas recicladoras de la zona, siempre y cuando se tenga un volumen apreciable, o en su defecto, serán llevados hasta San Luis, para que la empresa encargada de la recolección los disponga de manera adecuada. En cuanto al manejo de los residuos no reciclables (trapos, empaques de materias primas, aceites y/o combustibles usados entre otros) se contempla la posibilidad de que sean llevados a un incinerador debidamente legalizado, así como también el papel, plástico, cartón y pedazos de madera que se generen, se dispondrán para incinerar. Para los derrames accidentales de productos químicos, se debe disponer de recipientes adecuados para almacenamiento de estos productos peligrosos, basados en normas de seguridad industrial y en las hojas técnicas de seguridad para cada producto específico. Así mismo es importante recoger, clasificar, evacuar y disponer adecuadamente los residuos especiales generados en la etapa de	Las acciones a monitorear se verificarán a través de: - Número de charlas dictadas a los obreros sobre clasificación de residuos. - Limpieza diaria de la localización. - Transporte oportuno de los sólidos metálicos, vidrios y especiales. - Incineración diaria del material (papel, plásticos, cartón, madera y trapos contaminados).				

construcción. Los residuos especiales se recolectarán en un sitio de almacenamiento que será ubicado después de la instalación de todos los equipos para la construcción. Otra alternativa a contemplar es que la compañía que proporciona los químicos se encargue de la disposición final de los empaques químicos. Los materiales como filtros tendrán un lugar específico de acopio de tal manera que no se mezclen con otros residuos, para posteriormente reciclarlos o devolverlos al proveedor.	

PERSONAL REQUERIDO	SEGUIMIENTO Y MONITOREO
Se requerirán dos personas encargadas de las labores de recolección, clasificación, cuantificación y reciclaje de residuos sólidos industriales	El control y monitoreo de esta actividad esta a cargo del Departamento ambiental de la contratista de construcción y de la Interventoría
TECNOLOGÍAS A UTILIZAR	La disposición de los diferentes residuos sólidos se debe realizar primero su clasificación depositándolos en recipientes marcados cada uno para tal fin y ubicados en sitios estratégicos e instruir al personal para su correcta utilización.

DURACION DE LA OBRA	PRESUPUESTO DE INVERSION	RESPONSABLE DE LA EJECUCION	
		FUNCIONARIO	DEPARTAMENTO
Durante las actividades de construcción y operación de la planta	El costo estimado para el desarrollo de esta actividad para el proyecto de construcción es de \$ 5'000.000	El ejecutor de la presente ficha está a cargo de la Contratista encargada de la construcción de la planta, por tal razón es de responsabilidad de esta por velar que se cumpla las medidas adoptadas.	Ambiental

FICHA MF 5. Programa de estabilización de taludes.

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL		FICHA MF-05
PROGRAMA	PROYECTO	
ESTABILIZACION DE TALUDES	MANEJO DE TALUDES DURANTE LA CONSTRUCCION DE LA PLANTA.	

OBJETIVO	Disminuir los niveles de riesgo en zonas inestables generadas por las actividades asociadas a la construcción de la planta, como los taludes de los terraplenes.					
METAS	La meta es que no se presenten cárcavas ni deslizamientos menores durante las actividades de construcción de la planta procesadora de cemento.					
ETAPA	Operación	x	Mantenimiento	x	Abandono/Restauración	X
IMPACTOS A PREVENIR	TIPO: Directo CAUSA DEL IMPACTO: Ausencia de medidas de geotecnia preventiva. Conformación de taludes artificiales de los terraplenes. RIESGOS AMBIENTALES ASOCIADOS: Contaminación con sedimentos de fuentes de agua cercanas al lote. Las consecuencias de no controlar adecuadamente los taludes sería, no solo pérdida del material que conforma un terraplén, sino la posibilidad de fallas locales que pueden afectar en un futuro, lo cual generaría demoras y posible contaminación con los sedimentos generados. Específicamente se podrían presentar los siguientes problemas: ➤ Aumento de problemas erosivos y desestabilización ➤ Alteración de fuentes de agua por aporte de sedimentos ➤ Arrastre de material por escorrentía ➤ Procesos de socavación e inestabilidad de taludes ➤ Deterioro de los suelos y del paisaje					
TIPO DE MEDIDA	Prevención	X	Protección	X	Control	
	Corrección		Mitigación		Compensación	

LUGAR DE APLICACIÓN	La medida se debe aplicar en todas los sitios donde se conformen taludes, como los terraplenes de los accesos y los taludes en el caso que sea necesario construirlas.
ACCIONES A DESARROLLAR	INDICADORES
Rutinas y chequeos previos Señalice las áreas, use los equipos de seguridad necesarios y obtenga los permisos de trabajo requeridos, si es el caso. Realice una revisión del sitio y efectúe un diseño preliminar en campo. Demarque las zonas de inestabilidad, para planificar las obras de geotecnia. Conforme un registro fotográfico antes de iniciar las obras. Revisar estructuras de contención: muros de gaviones, pantallas, trinchos, cortacorrientes, etc. Revisar drenajes: filtros, zanjas de coronación, alcantarillas, cunetas, drenes horizontales Revisar taludes con enrocados, mallas de alambre y geotextil. Medidas de Prevención y Control Construya barreras y cortacorrientes, para minimizar la erosión. Levante muros de contención dependiendo del movimiento que se presente. Construya gaviones y trinchos en los puntos inestables detectados.	INDICADOR: sitios inestables recuperados/sitios inestables identificados

Realice un estricto control sobre los procedimientos y construcción de las obras de geotecnia, para garantizar su óptimo funcionamiento durante el periodo de uso. Asegúrese que las barreras y trinchos temporales tengan la capacidad suficiente para contener el material de excavación. Efectúe la recolección y disposición de sobrantes (estopas, maderas, alambre, puntillas, material de excavación) Asegúrese que los muros tienen la suficiente capacidad y estabilidad para contener el empuje del agua o masa de tierra. Coloque sistemas de drenaje para la evacuación de aguas subterráneas, utilizando tubería perforada (metálicas de polietileno o PVC). Ubique los sistemas de drenaje de acuerdo al régimen de aguas subterráneas. Construya filtros utilizando el material adecuado y geotextil, para evitar su taponamiento por el arrastre de partículas finas. El diseño y operación de áreas para disposición de materiales de excavación, en el caso que se requiera, debe contemplar las siguientes actividades: • Descapotar un espesor mínimo de 0.30 m, para retirar la capa orgánica y vegetal. Los materiales de descapote se acordonarán en el borde de la zona de disposición de materiales. • Excavación de zanjas o acequias de desviación de las corrientes de agua que se encuentren dentro de la zona destinada para la disposición de materiales. • Construcción de los filtros en los sitios que se consideren necesarios para la evacuación rápida de aguas infiltradas, por ejemplo con problemas de humedad y que colaboren en la salida rápida de aguas infiltradas. • Construcción de muros, es muy importante que se les apoye en suelo firme y que se les suministre un empotramiento adecuado en el suelo de fundación inferior y lateral. Lateralmente los muros deben penetrar no menos de 1.5 m en terreno firme. • Los materiales se irán extendiendo en el área ya preparada, en capas de espesor igual o inferior a 0.4 m., después de lo cual debe apisonarse con no menos de 5 pasadas de la oruga del buldózer, o con el número de pasadas necesarias para obtener por lo menos el 90% del máximo obtenido en el Ensayo Proctor Modificado. Los taludes finales, independiente del tipo de material, deben quedar con una inclinación máxima de 2H:1V. ▪ Devuelva el área a las condiciones iniciales.	

PERSONAL REQUERIDO	SEGUIMIENTO Y MONITOREO
Un especialista en geotecnia (geólogo o ingeniero civil), que trabaja como asesor para la compañía. El especialista es contratista y sus visitas serán durante la etapa de adecuación y periódicamente durante la operación o si algo extraordinario ocurre.	Para los sitios considerados como potencialmente inestables y las zonas afectadas por procesos erosivos, se debe realizar un estricto control en los procesos de excavación y disposición de materiales, así como de las obras de drenaje superficial. • Verifique el estado de las zonas afectadas y su recuperación. Si no es satisfactorio, planifique obras de geotecnia final sobre los terrenos • Monitoree la calidad fisicoquímica de los cuerpos de agua que puedan verse afectados. Realice un seguimiento sobre las zonas inestables, el funcionamiento de los drenajes superficiales y los procesos de revegetalización. INDICADOR: sitios inestables recuperados/sitios inestables identificados
TECNOLOGÍAS A UTILIZAR	Se debe garantizar que los muros de contención queden apoyados en un material de fundación estable y con suficiente capacidad para permitirle resistir los empujes de la masa inestable o de corrientes de agua que puedan socavarlo. La selección del tipo de muro de contención dependerá del tipo de movimiento presentado, del procedimiento constructivo que más se acomode a los materiales y experiencia en la zona, y del factor económico. Para evitar el taponamiento de los filtros, por el transporte y sedimentación de partículas finas se debe escoger adecuadamente el material filtrante y, el tipo y calidad del geotextil a emplear. La tubería perforada, en el sistema de drenes horizontales, se instalará en la masa de suelo mediante la realización de una perforación subhorizontal a ligeramente inclinada, normalmente entre 10 a 20 % con el fin de abatir el nivel freático hasta un nivel que incremente la estabilidad del talud. Los tubos empleados, bien sean metálicos de polietileno, o PVC, con diámetros entre 2 y 3 pulgadas; deberán ser perforados con agujeros circulares de diámetros entre 1 a 1.5 mm, y con una intensidad de 15 a 30 agujeros por metro lineal de tubería. Para la ubicación de los drenes, se recomienda determinar el régimen de aguas subterráneas de cada uno de los sitios donde se requiere la construcción de este tipo de elementos. Además se deberá localizar el dren en una cota tal que se obtenga una adecuada cabeza de agua para su funcionamiento, y preferiblemente en o por debajo de la zona fallada ubicado dentro del acuífero.

DURACION DE LA OBRA	PRESUPUESTO DE INVERSION	RESPONSABLE DE LA EJECUCION	
		FUNCIONARIO	DEPARTAMENTO
ADECUACION DE AREAS ESPECIFICAS: 3 meses	UNIDAD DE MEDICION: metro cuadrado CANTIDAD: 800 COSTO UNITARIO: \$ 30.000 TOTAL: \$ 24.000.000	Coordinador ambiental	La empresa
MANTENIMIENTO DE TALUDES: Durante el desarrollo de la construcción.			

7.2 Programa de manejo ambiental para la construcción y/o adecuación de lotes

FICHA MF 6. Manejo de descapote y disposición de suelos

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL				FICHA MF-06
PROGRAMA		PROYECTO:		
MANEJO DE DESCAPOTE Y DISPOSICION DE SUELOS		PLAN DE MANEJO AMBIENTAL CONSTRUCCION DE PLANTA PROCESADORA DE CEMENTO		

OBJETIVO	Dar a conocer y aplicar acciones que minimicen los impactos generados por la intervención directa de la capa orgánica de suelo en la zona de los trabajos.					
METAS	Conseguir la utilización eficiente del material de descapote para labores de recubrimiento de suelos y taludes y su aporte a la reconformación y restauración del área.					
ETAPA	Operación	X	Mantenimiento		Abandono/Restauración	
IMPACTOS A PREVENIR	Los impactos producidos son de tipo directo, al presentarse remoción repentina de la capa orgánica del suelo y afectan principalmente al recurso suelo, cuerpos de agua cercanos y fauna del lugar. Los impactos generados son los siguientes: • Pérdida de la cobertura vegetal. • Erosión por agentes eólicos o hídricos en las áreas de pendientes. • Pérdida de suelo, generando afectación de fauna. • Generación de turbiedad a corrientes de agua, al aportar material térreo. • Cambios negativos en la percepción del paisaje. • Cambio en la estructura del suelo.					
TIPO DE MEDIDA	Prevención		Protección	X	Control	X
	Corrección		Mitigación	X	Compensación	

LUGAR DE APLICACIÓN	Area donde se va a construir y adecuar.	
ACCIONES A DESARROLLAR	INDICADORES	
• Todo el material orgánico retirado en la actividad de descapote deberá ser acordonado a los costados para ser reutilizado en labores de cubrimiento de taludes o áreas desprovistas de vegetación después o durante las obras. • Es preciso verificar que el material acordonado tanto en los costados, permita un ancho adecuado para el tránsito de los vehículos de la obra. • En caso de material vegetal sobrante, se debe supervisar y así mismo prohibir las quemas del mismo. • En el descapote, debe permanecer una persona que indique al operario de la maquinaria la profundidad a la cual entrarán las cuchillas para evitar la mezcla del material estéril con la capa vegetal, para así garantizar posteriormente el crecimiento de hierbas o especies vegetales sobre los taludes.	• Porcentaje de cubrimiento de los taludes generados durante la construcción. Para que sea efectiva la medida, deberá ser mayor al 80%. Estabilidad de los taludes de corte y rellenos. • Estado del material vegetal sobrante. Aire sin humo originado por quemas indiscriminadas.	

PERSONAL REQUERIDO	SEGUIMIENTO Y MONITOREO
1 ingeniero civil interventor técnico de obras civiles, con 5 años de experiencia en obras civiles. 1 ingeniero civil interventor ambiental con 5 años de experiencia en interventorías o estudios ambientales de obras civiles para plantas industriales rurales.	- Verificación de la profundidad del descapote. - Informes diarios de Interventoría Ambiental. - Registros fotográficos.
TECNOLOGÍAS A UTILIZAR	- Inspecciones visuales simples. - Flexómetro para medición de espesores de descapote. - Cámara fotográfica digital.

DURACION DE LA OBRA	PRESUPUESTO DE INVERSION	RESPONSABLE DE LA EJECUCION	
		FUNCIONARIO	DEPARTAMENTO
Las actividades de construcción y adecuación, duran 35 meses.	El costo de esta medida de manejo, está incluido dentro del presupuesto de obra y dentro del costo de la Interventoría Ambiental contratada.	- Interventor Técnico. - Interventor Ambiental	Compañía externa de Interventoría Ambiental.

FICHA MF 7. Manejo de drenajes y obras de arte

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL				FICHA MF-07
PROGRAMA		PROYECTO:		
MANEJO DE DRENAJES Y OBRAS DE ARTE		CONSTRUCCION Y OPERACIÓN DE PLANTA PROCESADORA DE CEMENTO		

OBJETIVO	Diseñar y aplicar un programa para el manejo ambiental de todas las aguas presentes en las vías de acceso internas y el área de instalación de equipos, mediante el diseño y construcción de obras para el manejo de aguas.					
METAS	Lograr que la conducción y disposición de las aguas presentes en los corredores de las vías de acceso y en el área del proyecto, se haga de manera técnica y ambientalmente adecuada, sin generar problemas al entorno de las obras.					
ETAPA	Operación	X	Mantenimiento	X	Abandono/Restauración	
IMPACTOS A PREVENIR	Los impactos producidos son de tipo directo y acumulativo, dada la afectación causada a los cuerpos de agua, al suelo, fauna por un mal manejo de las aguas presentes en el área del proyecto, que aunado a otros impactos generan mayores daños. Los impactos generados son los siguientes: • Cambios en el patrón de drenaje del sitio, al modificarse la conformación del relieve. • Pérdida de vegetación. • Aporte de sedimentos a las corrientes de agua cercanas. • Alteración de las propiedades físico – químicas del suelo					
TIPO DE MEDIDA	Prevención		Protección	X	Control	X
	Corrección		Mitigación	X	Compensación	

LUGAR DE APLICACIÓN	Lote donde se va a construir.	
ACCIONES A DESARROLLAR	INDICADORES	
• Construir las obras de drenaje necesarias para la evacuación de aguas lluvias tal como se describe a continuación: • Las cunetas de aguas lluvias de las vías de acceso se perfilarán con motoniveladora pero garantizando su correcta conformación de tal manera que cumpla con la capacidad requerida y sin interrupciones a lo largo de su trayecto hasta los sitios de entrega (alcantarillas). Las cunetas perfiladas tendrán forma de L y su ancho total será 0.75 m, con una profundidad de 30 cm tal como se indica en los Planos de diseños típicos de obras civiles. • Evitar pendientes altas en la ubicación de las cunetas para que al sitio de entrega no llegue el agua con alta velocidad y genere erosión y cárcavamiento en las áreas aledañas. • Es necesario efectuar un mantenimiento periódico a las cunetas de las vías, debido a que, con el tiempo, se acumula material sedimentable que obstruye parcial o totalmente estos elementos y no permite un trabajo eficiente de los mismos. Este mantenimiento consta de limpieza y si es necesario, reperfilado de las cunetas en los tramos que lo requieran, a juicio del Interventor. • Se deberán construir obras de canalización en donde la vías nuevas intercepten drenajes naturales. Las alcantarillas se diseñarán y construirán de acuerdo a cada paso particular. • Construir para la localización las obras de drenaje necesarias	• Funcionamiento de las cunetas en las lluvias. Si no existen problemas en la conducción y evacuación, la eficiencia será óptima. • Estado de taludes y áreas aledañas a las cunetas de las vías. Si no hay deterioro ni cárcavamiento, el indicador cumplirá. • Funcionamiento de las cunetas en las lluvias. Si no existen problemas en la conducción y evacuación, la eficiencia será óptima. • Verificación de la necesidad de la alcantarilla y monitoreo posterior a su funcionamiento. • Evacuación de las aguas lluvias de la plataforma. Debe observarse evacuación sin problemas y no debe haber apozamientos de agua. • Verificación a la salida de la trampa, de la calidad del agua.	

para la evacuación de aguas lluvias y aguas industriales, tal como se describe a continuación: • Se construirá una cuneta perimetral en el área de cada localización para evacuar las aguas lluvias. Sus dimensiones y características se pueden observar en los diseños típicos de obras civiles.	La presencia de sólidos debe reducirse a la vista.

PERSONAL REQUERIDO	SEGUIMIENTO Y MONITOREO
• 1 ingeniero civil interventor técnico de obras civiles, con 5 años de experiencia en obras civiles. • 1 ingeniero civil interventor ambiental con 5 años de experiencia en interventorías o estudios ambientales de obras civiles para infraestructura industrial.	• Inspección visual del funcionamiento de las estructuras construidas. • Verificación de la disminución de aceites y/o sólidos a la salida de las estructuras. • Seguimiento al estado de los taludes y superficies aledañas a las obras. Verificación de que no hay erosión. • Informes diarios de Interventoría Ambiental. • Registros fotográficos.
TECNOLOGÍAS A UTILIZAR	• Inspecciones visuales simples. • Equipo para toma de muestras de agua. • Cámara fotográfica digital.

DURACION DE LA OBRA	PRESUPUESTO DE INVERSION	RESPONSABLE DE LA EJECUCION	
		FUNCIONARIO	DEPARTAMENTO
Dentro de las actividades de construcción y adecuación.	El costo de esta medida de manejo, está incluido dentro del presupuesto de obra y dentro del costo de la Interventoría Ambiental contratada.	• Interventor Técnico. • Interventor Ambiental	• Compañía externa de Interventoría Ambiental.

7.3 Programas del Medio Biótico

FICHA MB 1. Programa de manejo del descapote y remoción de cobertura vegetal.

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL		FICHA MB-01
PROGRAMA	PROYECTO	
MANEJO DEL DESCAPOTE Y REMOCIÓN DE COBERTURA VEGETAL.	CONSTRUCCION Y OPERACIÓN DE PLANTA PROCESADORA DE CEMENTO	

OBJETIVOS	Establecer las técnicas apropiadas para efectuar la remoción de la cobertura vegetal. Disponer adecuadamente el material estéril generados por la actividad de descapote.					
METAS	Afectar estrictamente el área necesaria. Alcanzar una disposición del suelo de manera eficaz ambientalmente. Lograr que el suelo orgánico conserve sus características físico - químicas apropiadas para utilizarlo posteriormente como sustrato en el proceso de revegetalización.					
ETAPA	Operación	X	Mantenimiento		Abandono/Restauración	X
IMPACTOS A PREVENIR	Pérdida de la cobertura vegetal.					
TIPO DE MEDIDA	Prevención	X	Protección		Control	X
	Corrección		Mitigación	X	Compensación	

LUGAR DE APLICACIÓN	Área donde se va a construir la planta.
ACCIONES A DESARROLLAR	INDICADORES
A continuación se enuncian las actividades a desarrollar en la remoción de cobertura vegetal, descapote y disposición de suelos: ⊙ Al remover la fase orgánica del suelo se extraen las raíces de la mayoría de los tipos de vegetación de porte bajo (hierbas y arbustos). La extracción de raíces de los árboles de mayor porte, se hará empleando maquinaria pesada (buldózer, retroexcavadora) para evitar problemas posteriores en la construcción de las obras civiles. ⊙ El material vegetal de pequeño tamaño (ramas, follaje, troncos delgados, etc.) debe repicarse y esparcirse sobre áreas cercanas, con el fin de que se incorporen al ciclo natural de la materia orgánica (descomposición y reincorporación al suelo como nutrientes). Si es necesario el tronco y las ramas de más de 5 cm. de diámetro se aserrarán de acuerdo con las dimensiones requeridas para adecuar obras de recuperación ambiental, tales como trinchos, estacas, tablonos, etc. Esta labor se llevará a cabo directamente en el sitio de corte. ⊙ La eliminación de hierbas y arbustos (rocería) se realizará con guadaña y machete. El material vegetal resultante se depositará en sitios aledaños con el fin de aportar materia orgánica a los suelos o para ser utilizado posteriormente como sustrato en el proceso de revegetalización. Luego de haberse practicado la remoción de la cobertura vegetal se realizará el descapote, en la que se tendrán en cuenta las siguientes medidas: ⊙ El descapote se hará con bulldózer, teniendo en cuenta que se necesita la presencia de un inspector que indique al operario de	

la máquina la profundidad a la cual debe maniobrar las cuchillas. ⊙ Se debe evitar el deterioro del suelo orgánico por compactación; este material se puede ir acumulando en sitios específicos; es decir, donde no se permitirá el tráfico de maquinaria sobre los acopios de material ya construidos, colocando en la parte inferior rocas a manera de trincho para sostener el material; además deben ser protegidos del viento y del agua con plásticos. Si se labora en época de verano se debe suministrar riego. ⊙ En el caso de las vías internas este material se deberá dejar en las orillas del sitio de intervención, con el fin de reutilizarlos en la fase de recuperación de manera fácil y rápida.	

PERSONAL REQUERIDO	SEGUIMIENTO Y MONITOREO
⊙ Es indispensable contar con la participación de personal especializado en las labores pertinentes a la construcción, así como con interventores ambientales de larga experiencia que asuman con gran responsabilidad su trabajo y velen por el cumplimiento estricto de las normas ambientales correspondientes. ⊙ Es necesario la participación de un (1) ingeniero forestal que se encargará de la dirección y prestación de la asesoría técnica; además, de la supervisión de las labores de manejo de la capa vegetal y el descapote (Ingeniero residente). El ingeniero será apoyado por un administrador o capataz. ⊙ La actividad de tala y remoción de la cobertura vegetal se hará a través de un contratista de comprobada experiencia. ⊙ La actividad de descapote requiere de un operario de buldózer y un inspector. ⊙ Un Interventor ambiental (preferiblemente ingeniero forestal) con experiencia en labores de remoción de la cobertura vegetal, manejo de la capa vegetal y el descapote, que velará por el cumplimiento a cabalidad de la normatividad ambiental y la ejecución apropiada de las labores pertinentes a manejo de material orgánico y estéril.	Debe verificarse que el área a afectar sea estrictamente la necesaria y que la disposición del suelo se haga en sitios que no afecten otros recursos naturales, como por ejemplo los drenajes naturales cercanos. Verificar que el suelo orgánico conserve sus características físico - químicas apropiadas para utilizarlo posteriormente como sustrato en el proceso de revegetalización. Debe comprobarse la pericia de los operadores de las máquinas para garantizar la eficacia de las labores. Constatar la aplicación de las normas ambientales (permiso de aprovechamiento forestal) y de seguridad industrial.
TECNOLOGÍAS A UTILIZAR	En caso de ser necesario se recomienda que además de la motosierra se utilicen las siguientes herramientas para facilitar la labor de tala: hachas, machetes, cuñas de apeo o derribo (hechas de acero especial con longitudes de 15 a 25 cm. y 5 a 8 cm. de ancho, aunque también existen cuñas de aluminio y madera; gancho de volteo con anillos, gancho de bolsillo, palanca de apear, poleas, winches y el equipo complementario para el mantenimiento.

DURACION DE LA OBRA	PRESUPUESTO DE INVERSION	RESPONSABLE DE LA EJECUCION	
		FUNCIONARIO	DEPARTAMENTO
	La actividad de descapote está contemplada directamente dentro de los costos generados por la construcción de la planta.	El contratista ejecutor de la obra mediante un ingeniero forestal residente encargado de las labores pertinentes y la interventoría ambiental.	Ambiental

FICHA MB 2. Programa de Revegetalización de áreas intervenidas

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL					FICHA MB-02
PROGRAMA			PROYECTO		
REVEGETALIZACIÓN DE ÁREAS INTERVENIDAS			CONSTRUCCION Y OPERACIÓN DE PLANTA PROCESADORA DE CEMENTO		

OBJETIVOS	Proteger taludes y conservar los suelos mediante la implementación de obras de bioingeniería. Restaurar paisajísticamente la zona e impedir el avance de procesos erosivos en los terrenos intervenidos.				
METAS					
ETAPA	Operación		Mantenimiento	X	Abandono/Restauración
IMPACTOS A PREVENIR	Deterioro de la calidad de suelos. Deterioro de la calidad del agua. Alteración paisajística.				
TIPO DE MEDIDA	Prevención	X	Protección		Control
	Corrección		Mitigación		Compensación

LUGAR DE APLICACIÓN	Área a intervenir, taludes, zodmes, otros.
ACCIONES A DESARROLLAR	INDICADORES
INSTALACIÓN DE MANTOS DE FIBRAS NATURALES BIODEGRADABLES EN TALUDES RESULTANTES Se plantea la utilización de fibras naturales biodegradables junto con materia orgánica y semillas, lo cual conforma una protección integral de los taludes contra la erosión. Generalmente, la fibra natural (saco de fique) se desintegra después que las plantas crecen y se establecen en forma permanente. En forma general, la labor consiste en perfilar el talud y clavar estacas en toda el área, depositar una capa de tierra orgánica, materia orgánica y/o maleza de 5 a 10 cm. de espesor, humus y colocar semillas de especies herbáceas. Como sugerencia se podría utilizar semilla de pasto braquiaria (<i>Brachiaria spp.</i>) junto con semillas de kudzu tropical (<i>Pueraria phaseoloides</i>), éstas últimas para aporte de nitrógeno al suelo; cubrir nuevamente con maleza y tapar con a fibras vegetales que son anclados con estacas de madera; se sugiere que las tiras de costales no se traslapen para evitar la inhibición de la germinación de las semillas y que cubran el 100% del área del talud. La tierra orgánica, la materia orgánica y las estacas provendrán del descapote y del material vegetal repicado resultante de las labores de tala y remoción de cobertura vegetal, cuyo transporte será realizado por animales de carga. En caso que la obra se ejecute en época de verano se debe efectuar riego periódico para facilitar la germinación de las semillas.	
INSTALACIÓN DE TABLONES EN LOS TALUDES: Se considera que esta es una efectiva obra de bioingeniería para minimizar el riesgo de erosión en los taludes. Consiste en clavar lateralmente las costaneras y los tabloncillos resultantes del aserrado de los troncos de los árboles talados a lo largo de los taludes y asegurarlas en el terreno con estacas de madera, con el fin de evitar el	

deslizamiento de material. Esta sencilla obra de bioingeniería resulta muy efectiva para minimizar la aparición de procesos erosivos, además que es económica. Esta protección solo se aplicará en algunos sectores del talud.	

PERSONAL REQUERIDO	SEGUIMIENTO Y MONITOREO
- Un (1) ingeniero forestal que se encargará de la dirección de las labores de recuperación de la cobertura vegetal y prestación de la asesoría técnica. - Un interventor ambiental (preferiblemente ingeniero forestal) con experiencia en labores de revegetalización y obras de bioingeniería, que velará por el cumplimiento a cabalidad de la normatividad ambiental y la ejecución apropiada de las labores pertinentes. - Es indispensable que el ejecutor del Proyecto sea un contratista experimentado en revegetalización. - Para la instalación del biotextil se necesita una (1) cuadrilla conformada por un (1) oficial y cuatro (4) ayudantes, teniendo en cuenta que los trabajadores deberán ser pobladores del lugar con experiencia en labores de revegetalización y control de erosión preferiblemente. Para la instalación de los tabloncillos solo se tendrá en cuenta la mano de obra con una cuadrilla conformada por un oficial y tres obreros.	Se sugiere adelantar registros mensuales durante seis (6) meses para verificar que las obras de bioingeniería (biotextiles e instalación de costaneras) estén cumpliendo su función. Se debe determinar el nivel de vigorosidad del material vegetal y la solidez o consistencia de las obras de bioingeniería; en caso de existir fallas, se debe proceder al reemplazo o reconstrucción de inmediato.
TECNOLOGÍAS A UTILIZAR	Instalación de fibras vegetales en los taludes: Básicamente se plantea la utilización de fibras naturales biodegradables junto con materia orgánica y semillas, lo cual conforma una protección integral de los taludes contra la erosión. Instalación de tabloncillos en los taludes: Consiste en clavar lateralmente las costaneras y los tabloncillos resultantes del aserrado de los troncos de los árboles talados a lo largo de los taludes y asegurarlas en el terreno con estacas de madera, con el fin de evitar el deslizamiento de material. Los tabloncillos se obtendrán de las trozas producto del aprovechamiento forestal y se aserrarán de acuerdo con las dimensiones requeridas para adecuar esta obra de recuperación ambiental (<i>Ver ficha de Remoción de cobertura vegetal y descapote</i>).

DURACION DE LA OBRA	PRESUPUESTO DE INVERSION	RESPONSABLE DE LA EJECUCION	
		FUNCIONARIO	DEPARTAMENTO
	El costo de la instalación del biotextil por metro cuadrado incluyendo mano de obra, herramientas, insumos y transportes es de \$ 9.000, oo. El sustrato del relleno estará constituido por el suelo orgánico; igualmente las estacas serán obtenidas de los troncos y ramas de más de 5 cm. tal como se estipulo en la ficha mencionada). El contratista deberá mantener y conservar en perfecto estado las zonas en las que se practique la recuperación de la cobertura vegetal, hasta su entrega definitiva, la cual se dará 90 días, por lo menos, después de efectuada la siembra.	Contratista de Obra, ingenieros residentes e Interventoría asignada.	

7.4 Programas del Medio Socioeconómico

FICHA MS 1. Programa de información y participación comunitaria

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL		FICHA MS 01
PROGRAMA	PROYECTO	
Programa de información y participación comunitaria	PLANTA PROCESADORA DE CEMENTO (SAN LUIS – TOLIMA)	

OBJETIVOS	Mantener informada a las autoridades municipales, regionales y ambientales, así como a las comunidades y gremios en general, sobre las características y medidas de manejo del proyecto de la construcción y Operación de la planta, su alcance, avance, implicaciones y características relevantes en los aspectos técnicos, sociales y ambientales. ESPECIFICOS: • Establecer canales de comunicación abiertos y permanentes con el sector empresarial vecino, las autoridades locales, regionales y ambientales, así como con la comunidad aledaña al proyecto. • Recibir y responder las inquietudes provenientes de los gremios y de las fuerzas vivas de la región, de forma oportuna y clara. • Minimizar expectativas. • Mantener informadas a las autoridades del avance del proyecto y de sus necesidades.				
METAS	Ningún artículo publicado en la prensa hablada o escrita con cuestionamiento al proyecto por razones sociales o ambientales				
ETAPA	Construcción	X	Operación	X	Abandono/Restauración
IMPACTOS A PREVENIR	Generación de expectativas sociales y de empleo.				
TIPO DE MEDIDA	PREVENCION	X	PROTECCION		CONTROL
	CORRECCION		MITIGACION		COMPENSACION

LUGAR DE APLICACIÓN	Sitio de la planta
ACCIONES A DESARROLLAR	INDICADORES
Se realizará una reunión con autoridades municipales, regionales y ambientales y gremios en cada fase del proyecto. Con la comunidad, se realizarán reuniones bimensuales durante la etapa de construcción y cada vez que se requiera durante la etapa de operación, con el fin de escuchar y resolver inquietudes y medir la oportunidad, eficiencia e impacto de las actividades que se realicen en el marco de la responsabilidad social de la empresa. En la fase pre-operativa o de socialización del proyecto, previa a la solicitud de Licencia Ambiental, se deberá realizar una reunión con las autoridades municipales para informar sobre el proyecto y sus implicaciones, considerando los siguientes aspectos: – Presentación de la empresa propietaria del Proyecto, sus políticas y objetivos. – Características generales del proyecto en aspectos técnicos y ambientales. – Licencia Ambiental, Plan de Manejo Ambiental y Plan de Contingencia. – Área de influencia. – Medidas de evaluación, seguimiento y control que se implementarán. De igual forma se realizarán reuniones, con el mismo objetivo y contenido,	Número de reuniones ejecutadas / número de reuniones programadas * 100 Número de cartas allegadas con solicitudes o pregunta sobre los temas tratados en los talleres. Número de artículos publicados en la prensa hablada o escrita con cuestionamientos al proyecto por razones sociales o ambientales

así: – CORTOLIMA y demás instituciones regionales con interés sobre el proyecto. – Con los gremios presentes en la zona. – Con líderes de comunidades del área circundante con el fin de manejar las expectativas sobre el proyecto. Antes de iniciarse la movilización de maquinaria y equipos, se deberán programar nuevas reuniones con los mismos públicos anteriores, en las que se deberá incluir, temas como: – Presentar las condiciones generales de contratación de personal local (número de empleos, sistema de selección, requisitos de contratación, condiciones laborales, etc.). – Explicar el sistema de recepción, trámite, resolución y respuesta de inquietudes, iniciativas y reclamos. En estas presentaciones se deberá contar con la presencia de los contratistas principales de construcción, con el fin de comprometerlos en el seguimiento de los procedimientos que allí se expliquen. Durante la fase de construcción, se deberán realizar reuniones periódicas, con los mismos públicos – se propone por lo menos una bimensual al principio y trimestral hacia la mitad del proyecto – con el fin de brindar la información de avance del proyecto, problemas presentados, soluciones dadas, etc. Se mantendrá el registro fotográfico y/o filmico de las reuniones que se realicen y se diligenciarán los formatos de asistencia correspondientes para dejar evidencia de los procesos. Igualmente se deben levantar actas de todas las reuniones, en las que consten las inquietudes por ellos planteadas y las respuestas dadas por la Empresa. Se realizará un programa de seguimiento y control al programa de información a la comunidad.	

PERSONAL REQUERIDO	SEGUIMIENTO Y MONITOREO
Representantes de la empresa y de sus contratistas.	Ver Ficha S-1
TECNOLOGIAS A UTILIZAR	El proceso debe ser inclusivo, es decir teniendo en cuenta representantes de todos los niveles y estamentos sociales del sector. Se dará especial importancia a los presidentes de juntas de acción comunal y de asociaciones comunitarias.

DURACION DE LA OBRA	PRESUPUESTO DE INVERSION	RESPONSABLE DE LA EJECUCION	
		FUNCIONARIO	DEPARTAMENTO
Construcción 35 meses	\$ 5.000.000	Gerente del proyecto	Gerencia

FICHA MS 2. Programa de apoyo a la capacidad de gestión institucional

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL		FICHA MS 02
PROGRAMA	PROYECTO	
Programa de apoyo a la capacidad de gestión institucional	PLANTA PROCESADORA DE CEMENTO (SAN LUIS – TOLIMA)	

OBJETIVOS	Apoyar las actividades de capacitación a los líderes de la comunidad, para promover el fortalecimiento de su capacidad de gestión de proyectos sociales frente a alcaldía e instituciones en general, en beneficio de los proyectos de mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes. ESPECIFICOS: Apoyar el desarrollo de la capacidad de liderazgo de los líderes comunitarios. Capacitar a los líderes y comunidad en general en planeación del desarrollo y en elaboración de proyectos sociales. Informar a la comunidad y a sus líderes sobre las herramientas de participación ciudadana que brinda la Constitución. Allegar el portafolio Social del Estado a la comunidad para que conozcan sus posibilidades y derechos constitucionales. Generar procesos desde las organizaciones de base, contemplados en la constitución colombiana y las leyes para incrementar la incidencia de la población en la toma de decisiones sobre utilización de los recursos públicos y la inversión social.					
METAS	1 proyecto de mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad cada cinco años, formulado de forma participativa y con viabilidad para su ejecución.					
ETAPA	Construcción		Operación	X	Abandono/Restauración	
IMPACTOS A PREVENIR	Mejor utilización de los recursos que por impuestos y otros pagará la planta al municipio. Incremento de la participación ciudadana y mejora de los niveles de gestión de la población.					
TIPO DE MEDIDA	PREVENCION	X	PROTECCION		CONTROL	
	CORRECCION		MITIGACION		COMPENSACION	

LUGAR DE APLICACIÓN	Vereda Caracolí y vereda El Dinde
ACCIONES A DESARROLLAR	INDICADORES
Se deberá estructurar un programa de capacitación para los líderes de Caracolí y de El Dinde, en el que se tengan en cuenta los siguientes contenidos: – Estructura administrativa del Estado: funciones y responsabilidades. – Derechos y deberes ciudadanos. – Código disciplinario. – Democracia participativa: Ley de Juntas de Acción Comunal, legislación y experiencias exitosas. – Diseño, financiación, ejecución y seguimiento a proyectos sociales. – Veedurías ciudadanas. – Otros que sean identificados con las comunidades. Por medio de procesos participativos, se definirán conjuntamente con los líderes de las comunidades, los temas que se consideren prioritarios en el marco del programa de mejoramiento de la capacidad de gestión de la comunidad. Como resultado del programa se espera que cada comunidad beneficiada elabore un proyecto de desarrollo social y lo gestione frente a autoridades locales, regionales y el sector empresarial.	Talleres dictados / talleres programados * 100. Número de líderes identificados / número de líderes capacitados * 100 Número de proyectos planteados, formulados y con potencial de viabilidad en su ejecución por la comunidad

PERSONAL REQUERIDO	SEGUIMIENTO Y MONITOREO
Personal social de la empresa.	Ver Ficha S-2
TECNOLOGIAS A UTILIZAR	Los temas de capacitación serán definidos de forma participativa, de modo que la comunidad, a través de talleres identifique sus debilidades y necesidades de conocimiento y formación.

DURACION DE LA OBRA	PRESUPUESTO DE INVERSION	RESPONSABLE DE LA EJECUCION	
		FUNCIONARIO	DEPARTAMENTO
Construcción 35 meses	\$ 5.000.000/año	Gerente del proyecto	Gerencia

FICHA MS 3. Programa de capacitación, educación y concientización a la comunidad aledaña al proyecto

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL		FICHA: MS 3
PROGRAMA	PROYECTO	
Programa de capacitación, educación y concientización a la comunidad aledaña al proyecto	PLANTA PROCESADORA DE CEMENTO (SAN LUIS – TOLIMA)	

OBJETIVOS	Desarrollar un programa de apoyo a la comunidad y a los organismos gubernamentales locales y regionales para el manejo de emergencias y desastres, tanto de origen natural como industrial, orientado a sensibilizar a la comunidad sobre la importancia del medio ambiente, los recursos naturales renovables y no renovables, agua, aire, suelo, temas de reforestación y deforestación y saneamiento ambiental, además de facilitarles la comprensión sobre los riesgos inherentes a las operaciones industriales y generar capacidad para protegerse en caso de incidentes o accidentes. ESPECIFICOS: - Sensibilizar a la comunidad vecina a la planta sobre los riesgos naturales e industriales y apoyar procesos de capacitación sobre temas importantes dentro del manejo de una emergencia. - Sensibilizar a la comunidad sobre la importancia de la protección del medio ambiente. - Apoyar el fortalecimiento del sistema local y regional de atención y prevención de desastres para mejorar su capacidad de reacción ante una emergencia tanto natural como industrial. - Apoyar el fortalecimiento de los comités de apoyo empresarial, con el fin de maximizar el empleo de los recursos técnicos, de comunicaciones y de respuesta a emergencias industriales que se puedan presentar en la zona. - Mantener actualizado el plan de contingencia de la planta y asegurar la coordinación efectiva con las autoridades locales y regionales, para responder adecuadamente a una emergencia.					
METAS	1 proyecto de mejoramiento ambiental ejecutado cada 3 años					
ETAPA	Construcción		Operación	X	Abandono/Restauración	
IMPACTOS A PREVENIR	Impactos ambientales negativos producidos por las prácticas sociales de la zona en el manejo de los recursos naturales. Manejo del riesgo natural e industrial en la comunidad y sus autoridades mejorando su capacidad de respuesta a los mismos					
TIPO DE MEDIDA	PREVENCION	X	PROTECCION		CONTROL	
	CORRECCION		MITIGACION		COMPENSACION	

LUGAR DE APLICACIÓN	Vereda Caracolí y vereda El Dinde
ACCIONES A DESARROLLAR	INDICADORES
1. Divulgación del Plan de Contingencia: En cumplimiento de su Plan de Manejo de Impactos y, con base en las políticas de responsabilidad social de la empresa, la empresa desarrollará las siguientes actividades: - Sensibilizar a la comunidad sobre la existencia de riesgos de desastres naturales e industriales. - Trabajar con las comunidades en la conformación de comités y líderes para manejar procesos de evacuación de forma organizada. - Apoyar a las instituciones locales en la preparación a las comunidades para la coordinación de las acciones de respuesta a una emergencia, con los organismos de apoyo, para lo cual se realizarán talleres con representantes de la comunidad, en los cuales se determinarán líderes	Número de talleres internos realizados sobre el manejo de emergencias. Número de simulacros realizados al año con la comunidad e instituciones Número de talleres realizados con los líderes de la comunidad Número de convenios de cooperación inter empresarial operando

para el manejo de la comunidad en caso de emergencias y se identificarán y acordarán sitios de evacuación de la población en caso de llegar a requerirse. - Realizar talleres periódicos con las instituciones que conforman el CLOPAD y el CREPAD con el fin de dar a conocer los aspectos principales del plan de contingencia de la planta, en particular el sistema de notificación, coordinar aspectos necesarios para la adecuada reacción ante emergencias y en general generar sinergias en la posible reacción a emergencias, aplicando los conceptos de ayuda mutua, así como los principios rectores que para los efectos se consignan en el Modelo APPEL de las Naciones Unidas. - Colaborar en el fortalecimiento de los lazos de apoyo entre el CREPAD y el CLOPAD de San Luis. Durante el desarrollo de este programa, la empresa tendrá oportunidad de conocer con mayor detalle la capacidad de respuesta institucional a las emergencias y podrá eventualmente apoyar el fortalecimiento de dichas instituciones de acuerdo con sus propias necesidades y la dimensión y magnitud del evento más crítico que pueda presentarse en la planta. - Para realizar un adecuado seguimiento a la efectividad de este programa, la empresa realizará simulacros de emergencia semestrales, en los cuales involucrará a los funcionarios de la empresa y sus contratistas. De igual forma realizará al menos un simulacro al año, en el cual se involucre a la comunidad, la alcaldía, el CLOPAD y el CREPAD según competa. 2. Sensibilización de la comunidad a la protección del medio ambiente: Se buscará que el programa de sensibilización a la comunidad sobre la importancia del medio ambiente, su cuidado y demás temas pertinentes, paralelo a la ejecución de un proyecto ambiental de gran impacto, al que se pueda vincular la empresa, junto con otras instituciones, y que pueda vincular ampliamente a la comunidad en su ejecución, con el fin de obtener un doble impacto en la inversión a realizar. A partir de la definición del proyecto, se iniciará una serie de talleres de divulgación sobre el proyecto mencionado, y mediante metodologías participativas se irá definiendo la forma más efectiva de involucrar a la comunidad y a las instituciones en la ejecución del programa ambiental previsto.	Número de reuniones informativas y de coordinación realizadas con el CLOPAD y el CREPAD Número de proyectos de gran impacto ambiental ejecutado conjuntamente con instituciones y comunidades Número de líderes involucrados en el proyecto ambiental Número de talleres dados a la comunidad concernientes al proyecto ambiental elegido.

PERSONAL REQUERIDO	SEGUIMIENTO Y MONITOREO
Personal social de la empresa.	Ver Ficha S-2
TECNOLOGIAS A UTILIZAR	Los talleres se realizarán con metodologías participativas, con el fin de poder conocer el imaginario que sobre temas ambientales y de riesgos naturales o industriales que tiene la comunidad y poder trabajar sobre estas ideas de forma constructiva. De igual forma el proyecto de mejoramiento ambiental se definirá en forma participativa, para poder dar así respuesta a una necesidad de saneamiento de la comunidad.

DURACION DE LA OBRA	PRESUPUESTO DE INVERSION	RESPONSABLE DE LA EJECUCION	
		FUNCIONARIO	DEPARTAMENTO
Construcción 35 meses	\$ 20.000.000/año	Gerente del proyecto	Gerencia

FICHA MS 4. Programa de contratación de mano de obra local

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL		FICHA MS-04
PROGRAMA	PROYECTO	
Programa de contratación de mano de obra local	PLANTA PROCESADORA DE CEMENTO (SAN LUIS – TOLIMA)	

OBJETIVOS	Garantizar la contratación de mano de obra no calificada ofertada por la población de Caracolí y El Dinde, que cumpla con los requisitos establecidos por el proyecto, para contribuir al control de expectativas laborales y procurar la equidad en el acceso al empleo. ESPECIFICOS: • Generar empleo en Caracolí y El Dinde • Elevar la capacidad laboral de la mano de obra no calificada, mediante procesos de capacitación específicos prioritariamente en cabeza del SENA. • Contribuir a mejorar la calidad del empleo local, cumpliendo con todas las obligaciones laborales vigentes. • Generar lazos de confianza y empatía con la población local,				
METAS	90% de personal contratado como mano de obra no calificada proveniente del municipio de San Luis 70% del personal contratado como mano de obra no calificada proveniente de las veredas de Caracolí y El Dinde				
ETAPA	Construcción	X	Operación	X	Abandono/Restauración
IMPACTOS A PREVENIR	Generación de expectativas sociales Mejoramiento de ingresos de la población. Mejoramiento de la competitividad laboral de la población				
TIPO DE MEDIDA	PREVENCION	X	PROTECCION		CONTROL
	CORRECCION		MITIGACION	X	COMPENSACION

LUGAR DE APLICACIÓN	Vereda Caracolí y vereda El Dinde
ACCIONES A DESARROLLAR	INDICADORES
La empresa dispondrá de un programa de contratación en el cual se defina la cantidad y el tipo de personal a ser vinculado en el proyecto de construcción y operación de la planta, el tipo de actividades a desarrollar y divulgará este programa a las autoridades de los Municipios de San Luis y del Valle de San Juan y a los líderes de la comunidad de El Dinde y de Caracolí. La recepción y clasificación de hojas de vida para mano de obra no calificada, serán recepcionadas por el responsable de la contratación tanto del proyecto de construcción como de sus contratistas. De otra forma podrán ser recibidas por la oficina de empleo de la alcaldía o por el propio SENA. De igual forma, se informará con suficiente anticipación al SENA local y regional, con el fin de buscar su apoyo en la capacitación y certificación de los perfiles de cargos requeridos en cada etapa del proyecto. Dentro de las actividades principales a realizar se encuentran: – Definir perfiles de cargo y número de personas por cada perfil. – Concertar con el SENA el acuerdo de cooperación para la realización de la labor arriba mencionada. – Definir el mecanismo para las pruebas técnicas al personal que así lo requiera. – Definir los temas en que la mano de obra no calificada puede ser capacitada por el SENA u otras organizaciones y apoyar la implementación de los programas de capacitación. Generar un sistema de información y comunicación entre el SENA y los demás contratistas involucrados con la construcción de la planta, para que las necesidades de contratación de personal de estos últimos sean adecuadamente atendidas de acuerdo con los objetivos planteados en este programa.	Total mano de obra no calificada contratada de las dos veredas / Total mano de obra no calificada requerida para el proyecto * 100 Total de mano de obra no calificada proveniente de los municipios de San Luis y del Valle de San Juan

PERSONAL REQUERIDO	SEGUIMIENTO Y MONITOREO
Personal de selección y contratación de personal del proyecto	Ver Ficha S-1
TECNOLOGIAS A UTILIZAR	Los líderes serán permanentemente informados sobre la necesidad de mano de obra del proyecto, con el fin de que puedan preparar los listados de las personas aspirantes, pertenecientes a sus comunidades. Con ellos se concertará la mejor forma de realizar la selección del personal de mano de obra no calificada, de modo que no se generen conflictos sociales ni políticos.

DURACION DE LA OBRA	PRESUPUESTO DE INVERSION	RESPONSABLE DE LA EJECUCION	
		FUNCIONARIO	DEPARTAMENTO
Construcción 35 meses	\$ 20.000.000/año	Gerente del proyecto y contratistas	Gerencia

FICHA MS 5. Rescate arqueológico

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL				FICHA MS-05
PROGRAMA		PROYECTO		
RESCATE ARQUEOLÓGICO		OPERACIÓN DE PLANTA PROCESADORA DE CEMENTO		

OBJETIVO	Establecer un procedimiento básico para el caso en que se realicen hallazgos arqueológicos durante la fase constructiva del proyecto de la planta cementera.				
METAS	- Evitar la pérdida del patrimonio cultural nacional. - Sensibilizar al personal de la obra para que respeten el patrimonio cultural nacional.				
ETAPA	Operación	X	Mantenimiento		Abandono/Restauración
IMPACTOS A PREVENIR	- Cambio en la disposición de materiales culturales, de tipo directo, causado por las actividades en donde se realicen remoción de tierras, generando riesgo en la pérdida de los contextos y materiales del patrimonio cultural nacional.				
TIPO DE MEDIDA	Prevención		Protección		Control
	Corrección		Mitigación	X	Compensación

LUGAR DE APLICACIÓN	En las áreas donde se realice la obra y se identifiquen evidencias culturales pertenecientes al patrimonio cultural nacional.

ACCIONES A DESARROLLAR	INDICADORES
Realizar la prospección arqueológica en el caso que se decida ampliar el área de la planta de cemento. Para la prospección se realizarán las siguientes actividades: - Solicitud de la Licencia de Estudio Arqueológico al Instituto Colombiano de Antropología e Historia, la cual debe presentar el arqueólogo contratado a dicho Instituto según la Guía para la Presentación de Proyectos de Investigación (ICANH 2001). En el proyecto arqueológico a realizar debe especificarse el tipo de trabajo o estudio recomendado (prospección) por el cual se solicita licencia. Las medidas de prospección se encuentran especificadas en el Manual de Procedimientos para la Conservación del Patrimonio Arqueológico, del Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH 2001).	Para medir la actividad de información: • Cuantitativo: - (Área a Intervenir por el proyecto donde se haga remoción de tierras/ Área total de los sitios arqueológicos identificados) x 100%. El objetivo es del 0%. • Cualitativos: - Licencia de prospección arqueológica solicitada al Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH), por parte del profesional en el área. - Informes de manejo de hallazgos arqueológicos (si fue necesaria esta actividad).

PERSONAL REQUERIDO	SEGUIMIENTO Y MONITOREO
- Profesional: - Arqueólogo. Cantidad 1. Tiempo de Contratación: Un mes. - Técnico: - Obrero. Cantidad: 1. Tiempo de Contratación: 10 días	Para medir la actividad de información: • Cuantitativo: - (Área a Intervenir por el proyecto donde se haga remoción de tierras/ Área total de los sitios arqueológicos identificados) x 100%. El objetivo es del 0%. • Cualitativos: - Licencia de prospección arqueológica solicitada al Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH), por parte del profesional en el área. - Informes de manejo de hallazgos arqueológicos (si fue necesaria esta actividad).
TECNOLOGÍAS A UTILIZAR	Las utilizadas por la investigación arqueológica.

DURACION DE LA OBRA	PRESUPUESTO DE INVERSION	RESPONSABLE DE LA EJECUCION	
		FUNCIONARIO	DEPARTAMENTO
Un mes.	Estudio: Unidad: Proyecto Cantidad: 1 estudio Costo unitario: \$5.000.000.oo Costo Total: \$5.000.000.oo por estudio.	- Responsable de Relaciones con la Comunidad de la Empresa. - Empresa Contratista de la ampliación.	- Relaciones con la Comunidad de la empresa.

8 PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

La empresa contratará un equipo de profesionales para realizar la Interventoría Ambiental y Social, desde el inicio mismo del proyecto de construcción y durante la operación de la planta. Su función será precisamente la de establecer un seguimiento y monitoreo detallado del cumplimiento de cada uno de los programas que conforman el Plan de Manejo Ambiental. Durante la construcción la Interventoría elaborará informes diarios e informes consolidados cada mes y un informe final con destino a la Corporación Autónoma Regional del Tolima (CORTOLIMA). Los interventores serán profesionales con amplia experiencia en el manejo ambiental y social de este tipo de proyectos.

A continuación se explicarán las medidas para desarrollar el seguimiento y monitoreo de todas las actividades del proyecto que involucran elementos ambientales.

8.1 Calidad del Agua y de los Recursos Hidrobiológicos de las Corrientes Afectadas por el Proyecto.

En el diagnóstico realizado se recolectaron muestras para análisis de la calidad de agua y de los recursos hidrobiológicos en el río Luisa, el cual es la corriente más cercana al lote donde se va a instalar la planta. Los resultados de dicho monitoreo son la base para poder comparar en el futuro con otros análisis los posibles cambios que pueda tener dicha fuente de agua.

La frecuencia de los monitoreos estará dada por el avance del proyecto, de la siguiente manera:

Línea base ambiental

Monitoreos en tres puntos del río Luisa (Tabla 3-15), donde posiblemente se puede afectar por las actividades del proyecto. Dichos monitoreos se realizaron antes del inicio de las obras de instalación de la planta procesadora de cemento.

El objetivo del monitoreo es evaluar la calidad del cuerpo de agua superficial (Río Luisa), determinando los parámetros in situ de pH, temperatura, oxígeno disuelto, conductividad, caudal, sólidos sedimentables totales, además en laboratorio se realizaron los siguientes análisis DBO, Color, aluminio, alcalinidad total, sólidos suspendidos totales, sólidos totales, nitritos, nitratos, amonio, fosfatos, turbiedad, dureza total, Salinidad, grasas y aceites, hidrocarburos totales, mercurio, cadmio, hierro total, DQO, nitrógeno total, fósforo total, coliformes totales.

Durante la fase de construcción

Monitoreos en los mismos puntos donde se realizaron los de línea base y análisis de los mismos parámetros, para tener criterios de comparación entre antes del proyecto y durante la construcción.

Durante la operación

Monitoreos en los mismos puntos durante la etapa de operación, con la periodicidad recomendada según los resultados de los análisis preliminares.

Los muestreos serán simples cumpliendo con las indicaciones de la APHA (1990); y serán recolectadas de acuerdo con las recomendaciones del Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (1995) APHA en su documento Standar Methods. Los resultados obtenidos en los parámetros analizados serán comparados con el Decreto 3930/10, para establecer si se cumple con las normas actuales vigentes. Además se efectuarán los análisis biológicos correspondientes a bentos, perifiton y microbiológicos (coliformes totales y fecales). Los análisis incluirán los parámetros analizados en este informe en la parte de calidad del agua.

En cuanto a las comunidades hidrobiológicas, el monitoreo se realizará en los mismos sitios de interés fisicoquímico, analizando la composición y abundancia de las comunidades béntica y perifítica y su relación con la calidad del agua. Para la toma de las muestras para los análisis hidrobiológicos se debe considerar la siguiente metodología (Tabla 8-1).

Tabla 8-1. Metodología aplicada para muestreo de comunidades acuáticas

COMUNIDAD	METODOLOGIA EN CAMPO	METODOLOGIA EN LABORATORIO
PERIFITON	Tomar una muestra compuesta por 10 submuestras de 10x10 cm, el muestreo se realiza sobre un trayecto de 50 m. El sustrato incluido en el cuadrante se limpia con un cepillo de dientes y el raspado se deposita en frascos plásticos, los cuales deben contener la solución transeau para su preservación	Se observan las alícuotas en el microscopio. Luego se determinan taxonómicamente los organismos con ayuda de claves tales como: palmer (1992), bicudo y bicudo (1970), fernández (1980), entre otros. Se realiza el conteo de organismos/alícuota, llevando el número de individuos de volumen a área.
BENTOS	Tomar una muestra compuesta por al menos 4 submuestras con una red Surber de máximo 500 micras de ojo y cubriendo un	Se realiza la determinación taxonómica empleando un estereoscopio y las claves de Merrit & Cummins (1984), Roldán (1988), Pennak (1989), entre otros.

COMUNIDAD	METODOLOGIA EN CAMPO	METODOLOGIA EN LABORATORIO
	área de 30x30cm. Las muestras se preservan en formol al 10%	
MACROFITAS	Se realiza un reconocimiento de las márgenes de los cuerpos de agua y se coleccionan y se preservan las muestras con alcohol, para su posterior determinación.	El material de macrófitos se determina hasta el nivel taxonómico posible y posteriormente se separan en las diferentes categorías biotipológicas de acuerdo con Schmidt-Mumm (1988)

Fuente: Araújo Ibarra & Asociados S.A.

El monitoreo de la calidad del agua y de los recursos hidrobiológicos se efectuarán al tiempo con cada monitoreo fisicoquímico, es decir que tendrán la misma frecuencia.

8.2 Control y verificación del estado de la vegetación

Debido a que no se requiere de aprovechamiento forestal, el control y verificación del estado de la vegetación se limita al entorno de la infraestructura, es decir la cobertura vegetal más próxima, de la cual se realizó inventario forestal.

Se revisarán elementos como el estado de las áreas revegetalizadas (taludes y entorno de la localización), también se hará revisión visual y seguimiento fotográfico del estado de la cobertura vegetal, controlando el arraigo de las plántulas utilizadas en la revegetalización.

8.3 Control y Verificación a la Prohibición de la Caza y Comercialización de Fauna

Durante la inducción de personal se mostrarán la especies propias de la región, con el fin que los trabajadores se familiaricen con ellos y no incurran en comportamientos que puedan afectar sus poblaciones o los ejemplares que ocasionalmente se encuentren en zonas cercana la proyecto.

Con el fin de preservar la fauna existente en la zona del proyecto se verificará el cumplimiento de la prohibición de caza y comercialización de especies. Este control será realizado por el Interventor Ambiental y por los funcionarios que ejerzan mando sobre los trabajadores del proyecto. Deberá haber sanciones ejemplares en caso de darse el incumplimiento de esta prohibición.

Es de especial importancia tratar el tema específico de la pesca en el río Luisa, donde ocasionalmente los pobladores realizan faenas de pesca de subsistencia y periódicamente como recreación.

8.4 Monitoreo de sistemas de tratamiento y disposición de residuos.

8.4.1 Aguas Residuales.

Se tendrán en cuenta los indicadores relacionados en las fichas de manejo estipuladas para este tema, el seguimiento lo realizará la Interventoría Ambiental, quien mediante el uso de dichos parámetros tiene las herramientas básicas para generar los informes de cumplimiento.

8.4.1.1 Aguas Residuales Industriales.

En cuanto a las aguas asociadas a la operación de la planta, la interventoría ambiental vigilará, las concentraciones de los parámetros establecidos en el Decreto 3930 del 25 de octubre de 2010 (**Artículo 28. Fijación de la norma de vertimiento:** *El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial dentro de los dos (2) meses, contados a partir de la fecha de publicación de este decreto, expedirá las normas de vertimientos puntuales a aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público.*). La Interventoría Ambiental deberá realizar un monitoreo periódico a las aguas residuales y enviarlas a un laboratorio de aguas reconocido (Dec 3930 de 2010 (Artículo 42 Parágrafo 2 Los análisis de las muestras deberán ser realizados por laboratorios acreditados por el IDEAM, de conformidad con lo dispuesto en el Decreto 1600 de 1994).

8.4.1.2 Aguas Residuales Domésticas.

Las aguas residuales domésticas tendrán el mismo proceso de vigilancia por parte de la Interventoría Ambiental. Para evaluar la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas, se realizará una vigilancia de los parámetros establecidos por el Decreto 3930 de 2010.

8.4.1.3 Aguas de Consumo

Se realizará la verificación de la calidad del agua de consumo en la planta, lo cual contempla el análisis del tanque de almacenamiento, así como del agua del grifo más lejano a dicho tanque, se analizarán los siguientes parámetros de acuerdo con la normatividad referente al agua potable (Dec 475/98): alcalinidad, Acidez, Cloruros, Color, Conductividad, Dureza total, Ph, Sulfatos, Coliformes fecales y totales, Mesófilos, Hierro.

8.4.2 Residuos domésticos e industriales

Con el fin de verificar el manejo dado a este tipo de residuos, será necesario cuantificar periódicamente el volumen de desechos producidos, clasificándolos de acuerdo con su origen y composición; así como efectuar el registro fotográfico de los procedimientos realizados (clasificación, almacenamiento, transporte y disposición).

8.5 Monitoreo de ruido y emisiones atmosféricas

Se verificará el correcto funcionamiento de equipos que generan emisiones de ruido, al igual que el cumplimiento de los planes de mantenimiento y sincronización de los mismos.

Se debe realizar un monitoreo de ruido para conocer la incidencia de este factor sobre el personal que labora en el proyecto con el fin de tomar las medidas correctivas en caso de ser necesario.

El monitoreo realizado para la línea base en el lote donde se instalará la planta recomienda lo siguiente:

“Las condiciones de la zona son bastante favorables en cuanto a su calidad del aire, esto es que hay un margen de cerca de un 50 a 55% en concentración que se pueden aportar como inmisiones del proyecto antes de rebasar el límite normativo establecido, sin embargo es de especial interés, el cuidado y los controles que se deben implementar en caso de implementar construcción, dado que es allí en donde se presenta movimientos de tierras, manejo de combustibles y trabajos rutinarios que implican levantamiento de partículas en general” (Air Clean Systems S.A. 2010).

En los monitoreos de calidad del aire se deben determinar los niveles de partículas suspendidas totales, partículas respirables, óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre y monóxido de carbono expresados como PST, PM-10, NO₂, SO₂ y CO respectivamente, de acuerdo a los parámetros establecidos en la Resolución 610 del 24 de Marzo de 2010 del Ministerio de

Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, que modifica la Resolución 601 del 4 de Abril de 2006.

Con respecto al ruido, en primer lugar se realizó un análisis con el propósito de caracterizar los niveles de ruido en los periodos diurno, nocturno y nivel total (24 horas), con el fin de identificar los cambios en el ambiente sonoro una vez se implementen las fases constructivas y operativas del proyecto a ser desarrollado en el predio objeto de estudio, determinando el nivel de cumplimiento actual de los límites permisibles establecidos por la Resolución 0627 de 2006 de MAVDT.

El uso de suelo para esta área de evaluación, se define dentro del Sector C - *Ruido Intermedio Restringido* “Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas”, cuyos niveles máximos de ruido ambiental en el periodo diurno son de 75 dB(A) y nocturno de 70 dB(A), de acuerdo con lo establecido por la Resolución 627 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Se posicionaron tres equipos de medición especializada (Sonómetro) a una altura promedio de 4 m, creando una triangulación que enmarca el área de interés durante un tiempo estimado de 48 horas; teniendo en cuenta escenarios de evaluación tales como: I.) Dos periodos y un nivel global de ruido (diurno, nocturno y total) II.) Día laboral y día no laboral. Los principales resultados que muestra del estudio Línea base son:

Los puntos de referencia de ruido ambiental ubicados en el perímetro del predio, presentan valores de ruido por debajo de los máximos permisibles para sectores C - Ruido Intermedio Restringido y subsector - Industrial, para los horarios de evaluación Diurno (75 dB(A)) y Nocturno (70 dB(A)); con niveles inferiores a 60 dB(A) en ambos periodos.

Los mayores niveles se encontraron en el Punto Perimetral 1- *Sector sur occidental*, con un Leq entre los 52 a 57 dB(A), valores que están relacionados principalmente con la incidencia del río La Luisa, el cual presenta un cauce y un caudal elevado por la época de invierno. Los niveles obtenidos en este punto serán tomados como los estándares máximos permisibles de ruido ambiental debido a que las fuentes de emisión son netamente naturales, tal y como lo establece la resolución 0627 de 2006 en el Capítulo III – Artículo 17 Parágrafo Segundo. Es decir una vez empieza la fase constructiva del proyecto, los valores máximos permisibles para zonas con uso de suelo rural, con los que se va a comparar son con los evaluados en el perimetral 1 en el estudio línea base.

Los niveles Leq_{AT} entre los dos días de evaluación (día labora y no laboral) presentan mínimas diferencias, entre 2 y 5 dB(A), con mayores valores de referencia en el periodo nocturno del día no laboral para los tres puntos de monitoreo. La principal actividad comercial y fuente de emisión de ruido, identificada cerca del área de evaluación está vinculada a la ganadería (cría y cuidado de semovientes).

Los puntos perimetrales 2 y 3 presentan un aporte continuo en el nivel Lpeak del día no laboral; efecto de las actividades lúdicas de los habitantes de la región sobre la vía que conduce del corregimiento de Payandé al Municipio del Valle de San Juan. Los valores de medición Leq presentan un comportamiento bajo con niveles, en los días con Actividad Laboral y No Laboral menores de 43,5 dB(A).

El monitoreo que se realice, debe seguir la metodología implementada para la evaluación de ruido ambiental teniendo en cuenta el protocolo descrito, en el Anexo 3, Capítulo II de la referencia normativa Resolución 0627 de Abril de 2006 del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT).

Las fichas establecidas en el programa de monitoreo y seguimiento se presentan a continuación:

FICHA SMS 1. Seguimiento y Control a los Procesos Erosivos Ocasionados o Dinamizados por el Proyecto.

FICHA SMS 2. Monitoreo al manejo de los impactos sociales del proyecto

FICHA SMS 3. Monitoreo de la efectividad del plan de gestión social del proyecto

FICHA SMS 4. Monitoreo de los conflictos sociales generados durante las diferentes etapas del proyecto

FICHA SMS 5. Atención de inquietudes, solicitudes o reclamos de las comunidades

FICHA SMS 1. Seguimiento y Control a los Procesos Erosivos Ocasionados o Dinamizados por el Proyecto.

PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO				FICHA SMS-01
PROGRAMA			PROYECTO	
MONITOREO Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL DEL MEDIO FISICO			CONSTRUCCION Y OPERACIÓN DE LA PLANTA PROCESADORA DE CEMENTO	

OBJETIVO	Disminuir los niveles de riesgos asociados a las zonas inestables identificadas en el análisis de riesgos naturales y durante la construcción.					
METAS	Lograr un seguimiento efectivo de la estabilidad del lote donde se instalará la planta.					
ETAPA	Operación	x	Mantenimiento	X	Abandono/Restauración	X
IMPACTOS A PREVENIR	TIPO: Indirecto CAUSA DEL IMPACTO: Ausencia de control. POSIBLE AFECTACION: Impactos acumulativos. RIESGOS AMBIENTALES ASOCIADOS: Aumento de la inestabilidad de áreas susceptibles a la erosión. Aumento de procesos de socavación o derrumbes Aumento en el deterioro de los suelos y del paisaje					
TIPO DE MEDIDA	Prevención		Protección		Control	X
	Corrección		Mitigación		Compensación	

LUGAR DE APLICACIÓN	La medida se debe aplicar en el lote donde se construirá la planta, especialmente durante la operación.
ACCIONES A DESARROLLAR	INDICADORES
Rutinas y Chequeos Previos • Realice una inspección de las vías internas y los alrededores de la planta y ubique las zonas con fenómenos de inestabilidad. • Refuerce o construya las obras necesarias para brindar el soporte a los terrenos antes del inicio de cualquier actividad. La mitigación de impactos es su responsabilidad • Levante muros de contención dependiendo del movimiento que se presente • Asegúrese que los muros tienen la suficiente capacidad y estabilidad para contener el empuje del agua o masa de tierra • Coloque sistemas de drenaje para la evacuación de aguas. • Ubique los sistemas de drenaje de acuerdo al régimen de aguas del sitio donde se colocará. • Construya filtros utilizando el material adecuado y geotextil, para evitar su taponamiento por el arrastre de partículas finas. Medidas de Mitigación • Minimice la intervención de zonas inestables durante las operaciones de readecuación del derecho de vía y de mantenimiento • Limite el tránsito de vehículos maquinaria y equipos • Minimice el tiempo transcurrido entre las excavaciones y las obras de revegetalización y reforestación	INDICADORES: Indicador de gestión: Inspecciones realizadas/Inspecciones planeadas X 100.

Medidas de Restauración • Provea las obras de protección geotécnica y ambiental para lograr la restauración de la zona. • Verifique el correcto funcionamiento de los diseños de obra de estabilización para que queden con pendientes laterales del orden del 1% y frontales del 5%; en esta forma se facilitará la evacuación de aguas de escorrentía hacia los drenajes naturales.	

PERSONAL REQUERIDO	SEGUIMIENTO Y MONITOREO
Coordinador ambiental de la empresa.	Las inspecciones se convierten en la estrategia de seguimiento y monitoreo del medio físico. Se pueden realizar inspecciones planeadas e inspecciones rutinarias.
TECNOLOGÍAS A UTILIZAR	Inspecciones planeadas e interventorías.

DURACION DE LA OBRA	PRESUPUESTO DE INVERSION	RESPONSABLE DE LA EJECUCION	
		FUNCIONARIO	DEPARTAMENTO
INSPECCIONES PLANEADAS: Una inspección semanal.	Hace parte del mantenimiento físico del área.	Coordinador ambiental	CIVIL DE LA EMPRESA

FICHA SMS 2. Monitoreo al manejo de los impactos sociales del proyecto

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL		FICHA SMS-2
PROGRAMA	PROYECTO	
MONITOREO DEL MANEJO DE LOS IMPACTOS SOCIALES DEL PROYECTO	PLANTA PROCESADORA DE CEMENTO (SAN LUIS – TOLIMA)	

OBJETIVOS	Identificar, evaluar y controlar los impactos sociales generados por el proyecto, de tal forma que se mantenga la confianza y armonía en las relaciones con el entorno. ESPECIFICOS: • Evaluar la pertinencia y eficiencia de los programas sociales generados para prevenir, mitigar, compensar los impactos que se generen por el desarrollo del proyecto tanto en su etapa de construcción como de operación • Generar medidas correctivas a los programas cuando se considere necesario • Verificar el cumplimiento de los objetivos, metas e indicadores de dichos programas • Divulgar los resultados de los programas a autoridades y comunidad en general. • Identificar impactos no previstos en el PMA y generar sus respectivas medidas de manejo.					
METAS	Cumplimiento de los indicadores de los programas relacionados abajo					
ETAPA	Construcción	X	Operación	X	Abandono/Restauración	
IMPACTOS A PREVENIR	Todos los impactos sociales que se puedan generar, previstos o no en el PMA.					
TIPO DE MEDIDA	PREVENCION	X	PROTECCION		CONTROL	
	CORRECCION		MITIGACION	X	COMPENSACION	

LUGAR DE APLICACIÓN	Veredas y municipios del área de influencia.
ACCIONES A DESARROLLAR	INDICADORES
Se realizarán reuniones y entrevistas dirigidas con funcionarios de la administración municipal y demás entidades del Estado presentes en la zona, trabajadores del proyecto, líderes comunitarios y habitantes de la comunidad para identificar cambios en el entorno, conocer la percepción sobre el desarrollo del proyecto y los efectos que genera su ejecución en la zona – positivos y negativos – e identificar sugerencias, propuestas de manejo y acciones de mejoramiento de los involucrados. Se registrarán y hacer seguimientos a los cambios, tendencias e impactos generados por el proyecto. Se evaluará la existencia y probabilidad de generación de conflictos en la región, como consecuencia de la ejecución del proyecto. Se elaborará un informe en el que se detallen los hallazgos y se sugieran acciones a implementar, de acuerdo con la legislación vigente y con la experiencia del equipo de trabajo. Se mantendrá el registro fotográfico y/o filmico de las reuniones que se realicen y de los aspectos relevantes encontrados.	Cumplimiento de los indicadores de las fichas sociales.

PERSONAL REQUERIDO	SEGUIMIENTO Y MONITOREO
Personal de la empresa	Los límites permitidos son los siguientes: 20% de personal vinculado al proyecto no capacitado 2 artículos emitidos en la prensa hablada o escrita con cuestionamientos al proyecto sobre temas ambientales o sociales. 1 paro cívico realizado por comunidad que se siente afectada por el proyecto
TECNOLOGIAS A UTILIZAR	Reuniones y entrevistas con los trabajadores, líderes, habitantes y funcionarios de la administración municipal.

DURACION DE LA OBRA	PRESUPUESTO DE INVERSION	RESPONSABLE DE LA EJECUCION	
		FUNCIONARIO	DEPARTAMENTO
Construcción 35 meses	No se generarán costos adicionales	Gerente del proyecto y contratistas	Gerencia

FICHA SMS 3. Monitoreo de la efectividad del plan de gestión social del proyecto

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL		FICHA SMS 3
PROGRAMA	PROYECTO	
MONITOREO DE LA EFECTIVIDAD DEL PLAN DE GESTION SOCIAL DEL PROYECTO	PLANTA PROCESADORA DE CEMENTO (SAN LUIS – TOLIMA)	

OBJETIVOS	Hacer seguimiento a la efectividad de los programas del Plan de Gestión Social del proyecto, para implementar los ajustes necesarios que posibiliten el mantenimiento de las relaciones armónicas y funcionales con el entorno. Evaluar la pertinencia y eficiencia de los programas sociales generados para prevenir, mitigar, compensar los impactos que se generen por el desarrollo del proyecto tanto en su etapa de construcción como de operación. ESPECIFICOS: • Evaluar la pertinencia y eficiencia de los programas diseñados, de forma participativa, con el fin de generar medidas correctivas si se requiere • Dar respuesta a las expectativas de apoyo de la comunidad y sus autoridades apoyando la generación de un mejoramiento de la calidad de vida de la población • Mantener buenas relaciones con la comunidad y sus autoridades durante todas las etapas del proyecto					
METAS	Cumplimiento de los indicadores de los programas relacionados abajo					
ETAPA	Construcción	X	Operación	X	Abandono/Restauración	
IMPACTOS A PREVENIR	• Incremento en la generación de ingresos municipales por impuestos y otros que deban ser pagados por el proyecto. • Mejoramiento en la capacidad de gestión de la comunidad para el mejor uso de los recursos públicos • Incrementar la capacidad de respuesta a emergencias de la población y sus autoridades Promover el cuidado y mejoramiento de la calidad ambiental de la población y su entorno					
TIPO DE MEDIDA	PREVENCION	X	PROTECCION		CONTROL	
	CORRECCION		MITIGACION	X	COMPENSACION	

LUGAR DE APLICACIÓN	Municipios de San Luis y Valle de San Juan
ACCIONES A DESARROLLAR	INDICADORES
Desde el inicio de las actividades del proyecto, se deberá realizar el seguimiento y acompañamiento a la ejecución de los programas del Plan de Gestión Social. Revisión documental: Se hará una revisión pormenorizada de los soportes y evidencias del proceso de ejecución, prestando especial interés en los resultados alcanzados y en el registro de indicadores definidos para el PGS. Esta información se debe confrontar con la línea base para actualizarla y ajustarla y de esta forma establecer un balance que evidencie los cambios teóricos generados. Se realizarán entrevistas aleatorias a la población beneficiada con los programas de forma que se pueda evaluar el nivel de satisfacción y el impacto de dichos programas Se diseñarán e implementarán las medidas correctivas a que haya lugar.	Cumplimiento de los indicadores de las fichas sociales.

PERSONAL REQUERIDO	SEGUIMIENTO Y MONITOREO
Personal de la empresa	Dado que estos programas son de apoyo al mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad y no de prevención, mitigación y compensación de impactos causados por el proyecto, no aplica esta medición.
TECNOLOGIAS A UTILIZAR	La realización de entrevistas dirigidas a los beneficiarios del programa permite recoger sus opiniones, sugerencias y expectativas sobre los resultados del programa y sobre la mejor forma de llevarlo a cabo.

DURACION DE LA OBRA	PRESUPUESTO DE INVERSION	RESPONSABLE DE LA EJECUCION	
		FUNCIONARIO	DEPARTAMENTO
Construcción 35 meses	No se generarán costos adicionales	Gerente del proyecto y contratistas	Gerencia

FICHA SMS 4. Monitoreo de los conflictos sociales generados durante las diferentes etapas del proyecto

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL		FICHA SMS-4
PROGRAMA	PROYECTO	
MONITOREO DE LOS CONFLICTOS SOCIALES GENERADOS DURANTE LAS DIFERENTES ETAPAS DEL PROYECTO	PLANTA PROCESADORA DE CEMENTO (SAN LUIS – TOLIMA)	

OBJETIVOS	Realizar un seguimiento permanente a la relación generada entre el proyecto, la comunidad y sus autoridades, con el fin de detectar con suficiente anticipación aquellos aspectos generadores de conflicto y plantear estrategias de manejo que den respuesta a dichos temas de forma preventiva. ESPECIFICOS: • Complementar el seguimiento a los programas de prevención, mitigación y compensación de impactos sociales y económicos. • Mantener buenas relaciones con la comunidad y sus autoridades durante todas las etapas del proyecto • Hacer seguimiento al cumplimiento de compromisos adquiridos por el proyecto o sus contratistas.					
METAS	Cero paros cívicos o acciones de hecho realizadas por la comunidad contra el proyecto.					
ETAPA	Construcción	X	Operación	X	Abandono/Restauración	
IMPACTOS A PREVENIR	Generación de conflictos entre la comunidad por razones inherentes al proyecto, tales como empleo local, pago de obligaciones laborales, afectaciones a la salud, vida o bienes de la comunidad, etc. Generación de conflictos políticos por razones inherentes al proyecto, tales como decisiones de apoyo a la comunidad que no estén debidamente concertadas con las autoridades locales e instituciones y su entorno					
TIPO DE MEDIDA	PREVENCION	X	PROTECCION		CONTROL	
	CORRECCION		MITIGACION		COMPENSACION	

LUGAR DE APLICACIÓN	Municipios de San Luis y Valle de San Juan
ACCIONES A DESARROLLAR	INDICADORES
Este programa se debe desarrollar a partir de un análisis de riesgos especulativo del proyecto en su etapa de construcción y posteriormente otro para su etapa de operación, en el cual se tengan en cuenta las características de la comunidad, del proyecto y en general todos los elementos que tengan personas con un buen conocimiento tanto de la sociedad local como de los efectos posibles de la planta a desarrollar. A partir de este ejercicio se debe generar un plan de acción, complementario a este Plan de Manejo con el fin de minimizar los riesgos que puedan ser generadores de conflicto con la comunidad y sus autoridades, tanto sociales como ambientales. Por otra parte, el personal de la empresa deberá estar en permanente contacto con las empresas contratistas, la comunidad y las autoridades locales, con el fin de escuchar tempranamente aquellos temas que estén produciendo malestar en unos u otros. El seguimiento permanente a la resolución de quejas y reclamos es fundamental también para poder realizar este programa. Se sugiere tener en cuenta las siguientes directrices para la identificación y solución del conflicto: - Identificar los temas que sean detectados como potenciales generadores de conflicto. - Identificar e implementar el proceso para manejar el conflicto. Bien sea por negociación, mediación, arbitramento o jurisdiccional entre otros. - Una vez identificados deberán ser discutidos con la gerencia del proyecto y los contratistas que estén involucrados en su manejo.	Cumplimiento de los indicadores de las fichas sociales.

- Se realizara permanente seguimiento al conflicto hasta que desaparezcan las razones generadoras y posteriormente, se realizará seguimiento a los compromisos adquiridos por la empresa en la negociación que solucionó el conflicto.	

PERSONAL REQUERIDO	SEGUIMIENTO Y MONITOREO
Personal de la empresa	Dado que estos programas son de apoyo al mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad y no de prevención, mitigación y compensación de impactos causados por el proyecto, no aplica esta medición.
TECNOLOGIAS A UTILIZAR	Debido a la estructura que tiene el procedimiento, se dan las posibilidades de participación para todo el grupo de trabajo del proyecto, en todos los niveles y durante el tiempo que dure la ejecución del mismo. Igualmente brinda a la población en general la posibilidad de ser atendida en todo momento y le asegura a su vez una respuesta oportuna a los temas potenciales generadores de conflicto.

DURACION DE LA OBRA	PRESUPUESTO DE INVERSION	RESPONSABLE DE LA EJECUCION	
		FUNCIONARIO	DEPARTAMENTO
Construcción 35 meses	No se generarán costos adicionales	Gerente del proyecto y contratistas	Gerencia

FICHA SMS 5. Atención de inquietudes, solicitudes o reclamos de las comunidades

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL		FICHA SMS-5
PROGRAMA	PROYECTO	
ATENCION DE INQUIETUDES, SOLICITUDES O RECLAMOS DE LAS COMUNIDADES	PLANTA PROCESADORA DE CEMENTO (SAN LUIS – TOLIMA)	

OBJETIVOS	Atender, registrar, resolver y responder todas las inquietudes, expectativas y reclamos manifestados por las autoridades locales o ambientales y por la comunidad en general, de tal forma que se minimice la ocurrencia de conflictos que afecten el normal desarrollo del proyecto. ESPECIFICOS: • Recibir de forma sistemática y por escrito todas las inquietudes, peticiones, quejas y reclamos que se presenten. • Generar una base de datos que permita conocer los mayores factores generadores de expectativas, quejas y reclamos, con el fin de tomar medidas generales o particulares que minimicen las molestias. • Dar solución efectiva y eficaz a todos los reclamos, quejas o peticiones que se presenten.					
METAS	100% de quejas y reclamos atendidos satisfactoriamente en el tiempo establecido.					
ETAPA	Construcción	X	Operación	X	Abandono/Restauración	
IMPACTOS A PREVENIR	Generación de expectativas. Daños a la infraestructura social del área Afectaciones a pobladores por efecto de las labores de construcción u operación de la planta					
TIPO DE MEDIDA	PREVENCION	X	PROTECCION		CONTROL	
	CORRECCION		MITIGACION		COMPENSACION	

LUGAR DE APLICACIÓN	Municipios de San Luis y Valle de San Juan
ACCIONES A DESARROLLAR	INDICADORES
La empresa implementará un sistema de manejo de quejas y reclamos que abarque las siguientes fases: Suministrar información sobre el proceso de recepción y resolución de quejas y reclamos a la población interesada y las autoridades locales, regionales y ambientales. Realizar la recepción de sugerencias, expectativas y reclamos. Los formatos de recolección de información estarán ubicados estratégicamente en el sitio de la planta y en la oficina de la personería municipal de San Luis y de Valle de San Juan. La empresa definirá un proceso interno que involucre a los contratistas, para poder dar respuesta oportuna y eficaz a las quejas y reclamos que se presenten. El procedimiento será escrito y divulgado ampliamente al interior del proyecto para que pueda ser puesto en práctica y contará con el respaldo de la gerencia del proyecto con el fin de que sea asumido con responsabilidad por todas las partes involucradas. Los procesos de resolución de reclamos quedarán debidamente documentados, con el fin de manejar estadísticas sobre razones que originan las molestias y costos que las soluciones a que haya lugar generen para el proyecto. De igual forma estas estadísticas podrán ser utilizadas para adoptar medidas correctivas de índole general. Así mismo la empresa tendrá un mecanismo para realizar reuniones informativas a grupos específicos de la comunidad, sus autoridades o gremios, sobre el avance del proyecto, los problemas generados, las soluciones encontradas y las necesidades de personal u otras del proyecto. El proceso de recepción y resolución de las sugerencias, expectativas y reclamos tendrá un tiempo máximo de respuesta para la solución y/o respuesta de 15 días, y se cerrará mediante la firma de un paz y salvo que certifique que se dio solución efectiva para ambas partes. Este proceso tiene como objetivo final evitar que las quejas y reclamos se	Cumplimiento de los indicadores de las fichas sociales.

conviertan en procesos jurídicos o acciones populares que puedan ocasionar afectaciones al normal desempeño del proyecto. El proceso de manejo de quejas y reclamos podrá considerarse parte fundamental de la estrategia de información y comunicación con la comunidad, gremios, autoridades locales o regionales y demás actores sociales y deberá mantenerse durante todo el tiempo de construcción y operación de la planta. De igual forma deberá considerarse como una herramienta de prevención de conflictos.	

PERSONAL REQUERIDO	SEGUIMIENTO Y MONITOREO
Personal de la empresa	Dado que estos programas son de apoyo al mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad y no de prevención, mitigación y compensación de impactos causados por el proyecto, no aplica esta medición.
TECNOLOGIAS A UTILIZAR	Debido a la estructura que tiene el procedimiento, se dan las posibilidades de participación para todo el grupo de trabajo del proyecto, en todos los niveles y durante el tiempo que dure la ejecución del mismo. Igualmente brinda a la población en general la posibilidad de ser atendida en todo momento y le asegura a su vez una respuesta oportuna a los temas potenciales generadores de conflicto.

DURACION DE LA OBRA	PRESUPUESTO DE INVERSION	RESPONSABLE DE LA EJECUCION	
		FUNCIONARIO	DEPARTAMENTO
Construcción 35 meses	No se generarán costos adicionales	Gerente del proyecto y contratistas	Gerencia

9 PLAN DE CONTINGENCIA

9.1 Análisis de Riesgos

El Análisis de Riesgos para las actividades a desarrollar durante la construcción y la operación de la Planta Procesadora de Cemento, identifica la vulnerabilidad ambiental, las amenazas y los riesgos producto de la combinación de los dos anteriores, cuyo resultado es la base para el Plan de Contingencias y se complementa con el Plan de Seguridad Industrial, en términos de incorporar acciones y medidas preventivas para atender cualquier eventualidad.

El análisis de riesgo, debe tener en cuenta las relaciones del proyecto con la operación, aspectos políticos, sociales y culturales, comunidad, normas y la imagen de la empresa.

El análisis de riesgos debe cumplir con los siguientes objetivos:

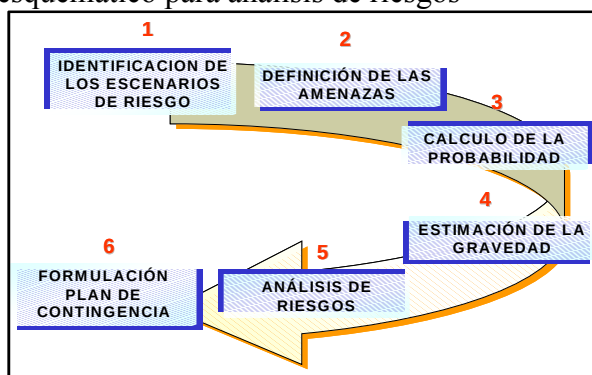
- Identificar y medir los riesgos que representan las instalaciones para las personas, el medio ambiente y los bienes.
- Definir eventos mayores que sean posibles y con un riesgo significativo.
- Determinar el alcance espacial de los accidentes en zonas vulnerables.
- Análisis de las causas de los posibles accidentes.

La secuencia metodológica general es la siguiente:

- Definición del ámbito del estudio. Evaluación de vulnerabilidad y los escenarios de riesgo.
- Identificación de las amenazas naturales y tecnológicas.
- Análisis y calificación de los riesgos.
- Lineamientos para el diseño de programas preventivos y de respuesta a emergencias.

El proceso esquemático se presenta en la Figura 9-1:

Figura 9-1. Proceso esquemático para análisis de riesgos



Fuente: Araújo Ibarra & Asociados S.A.

9.1.1 Identificación de los escenarios de riesgo

La zona donde se encuentra ubicada la Planta Procesadora de Cemento, está localizada en una zona que tradicionalmente ha tenido actividad minera e industrial del mismo sector industrial.

El mineral básico para la producción, será comprado a proveedores mineros que tienen las respectivas licencias ambientales y permisos de explotación otorgados por las autoridades competentes.

El montaje de la planta se realizará en un lote que está adecuado para tal fin y por lo tanto el movimiento de tierras, se limitará a adecuaciones locativas en sitios específicos propios de la actividad constructiva.

9.1.2 Evaluación de la Vulnerabilidad

Para plantear el Plan de Contingencia se contempla en orden de importancia la protección de la vida de los pobladores y trabajadores, los recursos naturales y la infraestructura de la misma planta, reflejado en el análisis de vulnerabilidad del área de influencia.

Se identifican los componentes que pueden ser afectados por una emergencia, considerando diferentes niveles de afectación. La vulnerabilidad es el grado relativo de sensibilidad que un sistema tenga respecto a una amenaza determinada. Para efectos del análisis de riesgo durante las actividades, se consideran en el siguiente orden los elementos vulnerables:

- ***Víctimas***: se refiere al número y clase de afectados (empleados, contratistas, brigadistas y comunidad); considera también el tipo y gravedad de las lesiones.
- ***Daño Ambiental***: evalúa los impactos sobre el entorno, agua (río Luisa) aire y suelos, como consecuencia de la emergencia.
- ***Pérdidas materiales***: representadas en la infraestructura que se instale para producir el cemento, costo de las operaciones de control de la emergencia, multas, indemnizaciones, y atención médica entre otros.
- ***Imagen de la empresa***: califica el nivel de deterioro de la imagen de la Planta Procesadora de Cemento como consecuencia de la emergencia.
- ***Continuidad de la Operación***: determina los efectos de la emergencia sobre el desarrollo normal de las actividades de la planta, en términos de recibo y despacho de productos.

9.1.2.1 Vulnerabilidad ambiental

Las variables utilizadas para la elaboración del Cuadro de vulnerabilidad ambiental, se centraron en escenarios propios de la denominada oferta ambiental, tomando como base las áreas críticas y sensibles identificadas y teniendo en cuenta el uso de los recursos naturales. En tal sentido, el análisis de la situación actual de la actividad humana en la zona de influencia del área estudiada, es un factor importante para conocer la interacción entre el aspecto social y económico de las comunidades y la actividad de fabricación de cemento, y también el manejo

y aprovechamiento que se le está dando a los recursos naturales en esta zona, para evaluar los cambios y las perspectivas.

Para este análisis, se realizó una actualización de la línea base, para conocer las actividades que se están realizando en la actualidad y las tendencias según los programas que tiene la empresa en el futuro inmediato.

Los criterios de calificación que se utilizan Tabla 9-1 son los siguientes:

- Vulnerabilidad baja (B): Corresponde a aquellas áreas para las cuales los posibles daños que se deriven de una emergencia como un derrame de combustibles, se pueden controlar sin que como resultado del ejercicio de respuesta y control, se afecte de manera significativamente drástica el medio ambiente comprometido en el derrame. No significa que el área como tal no vaya a verse afectada ambientalmente, sino que su consecuencia no es significativamente importante y la respuesta desde el sitio seleccionado es adecuada para la sensibilidad.
- Vulnerabilidad media (M): Son zonas en las que las medidas de control a aplicar en la mayoría de los casos, deben ser de carácter general, de acuerdo con los diseños de respuestas planteados en el Plan de Contingencia, sin que sea necesario extremar las medidas de respuesta, en forma más detallada de lo especificado en el Plan.
- Vulnerabilidad alta (A): Para accidentes en éstas áreas se debe dar una respuesta adecuada en caso de presentarse derrames de combustibles u otras sustancias como aceites o lubricantes. Esto con el fin de evitar daños al medio ambiente circundante que se vea comprometido y optimizar los niveles de respuesta. En estos sitios se debe centrar el esfuerzo de mediano plazo en lo que a actualización y ajuste de los diseños de respuesta se refiere, teniendo en cuenta que por razones de cambios en las condiciones locales, lo inicialmente especificado demanda ajuste técnico en cuanto a respuesta y estrategia de manejo de un incidente ambiental asociado a la operación de la planta.
- Vulnerabilidad muy alta (MA): En estas áreas se requiere elaborar diseños específicos, incluido un análisis de eficiencia a ser probado en el proyecto, que comprenda no solo los criterios de ingeniería asociados, sino consideraciones de carácter logístico, tiempos de respuesta, ajuste en cuanto a la sensibilidad ambiental asignada se refiere y manejo de ingeniería detallada, en los lugares de origen probable de los incidentes. Lo anterior para evitar costos ambientales muy altos, minimizar las probables implicaciones legales negativas, trabajar por mejorar la imagen de la empresa en relación con su capacidad de respuesta ante probables eventos de contaminación derivada de la operación y minimizar la responsabilidad civil en el caso de un evento de contaminación imputable a la planta procesadora de cemento.

Tabla 9-1. Calificación de vulnerabilidad según oferta ambiental

OFERTA AMBIENTAL	VULNERABILIDAD
Áreas dentro de la planta.	B
Área en los alrededores de la planta.	M
Vía Payandé – Valle de San Juan	A
Rio Luisa	MA

Fuente: Araújo Ibarra & Asociados S.A.

De la Tabla 9-1 se deduce que existen elementos del medio ambiente que ofrecen una mayor vulnerabilidad ambiental:

- El cauce del rio Luisa es una zona vulnerable, especialmente en el caso de un derrame accidental o un vertimiento inadecuado.
- La vía por ser el medio de comunicación de los dos municipios.
- Existen sectores con vulnerabilidad media y baja como las áreas de la planta propiamente dicha. Son áreas intervenidas y adaptadas para dicha actividad y por lo tanto la vulnerabilidad ambiental es baja y con las medidas implementadas para el control de aguas de escorrentía, se disminuye el nivel de riesgos. Un aspecto a favor es la vía de acceso que permite desplazamientos rápidos para atender una emergencia.

9.1.2.2 Vulnerabilidad de las instalaciones

Además de los elementos naturales identificados en el Cuadro A, las instalaciones propias de la actividad de producción de cemento, donde se puede presentar un evento generador de emergencia son las siguientes:

- **Área de soporte:** Para el adecuado funcionamiento de la planta, en el alcance de la obra civil, se diseñaran y construirán las siguientes instalaciones: la planta cuenta con portería para control de acceso y salida de mercancías y materias primas, para la inspección de mercancías se tiene una zona de aproximadamente tres mil seiscientos metros cuadrados, se instalarán edificaciones con áreas para la DIAN, operador de logística, administración, técnicos, taller de mantenimiento, laboratorio, sub-estaciones, bodega de carbón, edificio de empaque, cafetería; para la recreación presenta cancha múltiple y kiosco social.

El proyecto arquitectónico contempla la construcción de una edificación en sistema seco, con estructura metálica de apoyo, cubierta en teja eternit 1000. La edificación de un piso de altura contempla el aire acondicionado central La cimentación es una placa apoyada sobre una viga “T” invertida. Las oficinas se entregarán con dotación de puestos de trabajo (Escritorio y silla). Se plantea instalación de veinte (20) puestos de trabajo, distribuidos en:

- **Área operacional:** La infraestructura operativa consta de:
 - o Patio de almacenamiento de materias primas para 3.000 t.
 - o Línea de molienda con molino vertical de rodillos con capacidad para Crudo 60 tph y Cemento 30 tph.
 - o Silo de homogenización 1.700 t de capacidad.
 - o Molienda de carbón térmico de 6 tph.
 - o Línea de producción de clínker de 350 tpd con precalentador de 5 etapas y horno rotativo.
 - o Enfriador de clínker tipo parrilla.
 - o Sistema de almacenamiento de clínker.
 - o Dosificación de materiales para molienda final.
 - o Sistemas de transporte (elevadores, bandas, aerodeslizadores).
 - o Sistema de control de emisiones (filtros de mangas, ciclones) de última tecnología para minimizar emisiones.
 - o Sistema de cargue a granel.
 - o Silo de almacenamiento de Cemento y Cementantes de 1900 t.
 - o Línea de empaque para 50 tph.
 - o Sistema de automatización y control.

La operación de la planta de procesamiento para la producción de cemento está diseñada para producir 350 toneladas al día de clínker, 12.500 toneladas al mes de cemento: 75 % masa Clinker, 20% masa Caliza y 5% masa yeso y básicamente tiene los siguientes pasos:

Inicialmente las materias primas para producción de crudo y cemento serán apiladas en patio confinado por un talud generado en el terreno y los otros dos extremos al descubierto, de forma que la rosa de vientos no produzca emisiones hacia otros sectores de la fábrica o a otros predios. De este patio las materias son transportadas por medio de un cargador a una única área del almacenamiento y dosificación. Las materias primas ya sea para producción de cemento o crudo son transportadas por medio de una banda hasta un molino vertical de rodillos, en donde son molidas hasta alcanzar las finuras definidas. Los productos de molienda son recolectados en un filtro de mangas (MG), del cual se reparten según corresponda a los silos de cemento (AC) o al silo de homogeneización de crudo (HC).

El crudo es enviado a un pre-calentador de 5 etapas y luego al horno. En el horno rotatorio el material se descarbonata y sinteriza produciendo clínker. El clínker es enfriado rápidamente mediante una corriente de aire ambiente para congelar la estructura y composición obtenida durante el proceso de sinterización. Luego de ser enfriado el clínker es almacenado en un silo o en patio.

El cemento es almacenado en un silo de 1900 T para empaque en bolsas de 1,5 toneladas y despacho a granel o desviado a un silo de 500 T si es para empaque en sacos de 50 Kg.

Los gases de proceso provenientes tanto del pre-calentador como del enfriador de clínker se utilizan para el secado y transporte en los sistemas de molienda, los sistemas de molienda son: el sistema para molienda de crudo y cemento y el sistema para molienda de carbón (CB).

El carbón se apila en un patio cubierto, separado de las materias primas. El carbón es inicialmente triturado y almacenado en un silo con capacidad de 50 m³. Desde este silo el material es dosificado al molino en donde es pulverizado y secado. El carbón pulverizado es recolectado en un filtro de mangas y posteriormente almacenado en un segundo silo. Finalmente el carbón es dosificado gravimétricamente al quemador del Horno.

9.1.3 Identificación de las amenazas

Durante la ejecución de las actividades y el transporte de maquinaria, equipo, suministros y combustibles, se pueden generar eventos de diferente naturaleza que afectarían la operación y el medio ambiente. Toda actividad que de alguna forma pueda presentar una amenaza de afectación al medio natural o de parálisis para el proceso, debe ser objeto de atención y monitoreo especial por parte del Plan de Contingencia de la empresa.

Cuando se comunica sobre una emergencia de este tipo, se debe identificar claramente la causa de la emergencia y proceder a activar el plan, con una respuesta adecuada al caso particular. Algunas amenazas de tipo operativo son:

- Derrame de combustibles.
- Incendios
- Escapes de gases

Las amenazas de tipo operativo son los que tienen mayor ocurrencia. Se originan en diferentes etapas y procesos de la operación como las siguientes:

- La instalación de la infraestructura de la planta, pues durante su montaje, operación y mantenimiento se puede llegar a afectar de una manera seria las actividades normales del proceso y también el medio natural.
- El transporte de materias o sustancias peligrosas, susceptibles de derrames. Durante el transporte de combustibles, aditivos, químicos y otras sustancias peligrosas se pueden presentar derrames por volcadura o choque de vehículos, eventos que al afectar determinado sector dentro de las instalaciones, necesariamente tienen que ver con el área de operaciones y el suelo o el agua. En estos casos es necesario activar el plan, teniendo en cuenta los requerimientos del Decreto 1609 de 2002.
- Daño en alguna pieza de la infraestructura instalada, que resulta en suspensión total de actividades. Por ejemplo el taponamiento de tuberías por aros u obstrucciones.
- Mal uso de las instalaciones por parte de los usuarios: Se pueden llegar a presentar emergencias ocasionadas por mal uso de las instalaciones por parte de los trabajadores.
- Disturbios civiles como atentados, que parcialmente o totalmente afecten las actividades de la empresa. En toda la zona donde se encuentra ubicado el campo, se ha evidenciado durante los últimos años disminucion de la presencia de grupos insurgentes por fuera de la ley, situación que genera un grado de seguridad.

- En los eventos en que las instalaciones de la empresa, resulten afectadas por un atentado de cualquier naturaleza, se debe activar el plan, no solo con el fin de atender el sector en emergencia, sino también para proteger las demás zonas que pudiesen estar expuestas a daños de la misma índole. Las instrucciones y procedimientos que se deben seguir se encuentran en el Plan de Contingencia.

Por otra parte, los fenómenos naturales también se constituyen en factores generadores de emergencias:

- Vendavales.
- Avalanchas del río Luisa.

Es probable que se presenten avenidas del río Luisa en la época de lluvias, pero que se pueden prevenir para evitar contratiempos en las operaciones normales de la planta. Es importante en los diseños de los canales perimetrales y obras de arte de las vías internas, tener en cuenta los cambios climáticos que alteran las condiciones normales del clima, por la posibilidad de presentarse aguaceros torrenciales anormales, que pueden originar inundaciones y arrastre de sedimentos y contaminantes a las zonas bajas. Las principales amenazas naturales son las siguientes:

9.1.3.1 Amenaza sísmica

El área se encuentra según el Código Colombiano de Construcciones Sismo-resistentes, en una zona de amenaza sísmica intermedia y por lo tanto durante los diseños se debe tener en cuenta esta condición.

9.1.3.2 Amenaza por aguaceros torrenciales o tormentas

En el área del proyecto la precipitación promedio anual multianual es de 126,47 mm; los meses de mayor precipitación son Marzo (126,92 mm), Abril (184,67 mm) y Mayo (187,33 mm) en el primer semestre del año y Octubre (205,02 mm), Noviembre (194,70 mm) y Diciembre (124,58 mm) en el segundo semestre.

Por consiguiente la distribución temporal de la precipitación en relación con la cantidad de lluvia, está concentrada en algunos meses del año, implicando aguaceros cortos e intensos, que pueden ser torrenciales y generar problemas por transporte de sedimentos y arrastre de contaminantes a las zonas bajas. También es probable que inicien procesos erosivos, los cuales pueden inducir hacia la desestabilización de los taludes naturales del río Luisa que está erosionando constantemente en cercanías a la infraestructura instalada y puede afectar alguna infraestructura.

9.1.3.3 Amenaza por incendios en la pila de carbón

Debido a la presencia de épocas de bajas lluvias normales, es posible que se presenten temporadas muy secas más con los fenómenos asociados al cambio climático, por lo cual debido a cualquier descuido, se puede provocar incendios, que pueden llegar a afectar la operación.

9.1.4 Definición de posibles eventos

Un evento es la combinación de una amenaza con un área natural o un área de trabajo y se define como la posibilidad que una amenaza determinada se materialice como una emergencia en un sitio determinado. Se definieron 24 posibles eventos, desde el E1 (Derrame de materia prima en el río Luisa), hasta el E24 (Avenidas del río Luisa que afecten el campamento) (Tabla 9-2).

Tabla 9-2. Eventos posibles y amenazas

ESCENARIOS VULNERABLES	OPERACIONALES				NATURALES	
	Derrames de materia prima	Derrame de combustibles	Incendios	Explosiones	Sismos	Avenidas del río Luisa
Rio Luisa	E1	E5	E9	E13	E17	E21
Planta procesadora	E2	E6	E10	E14	E18	E22
Vías de acceso	E3	E7	E11	E15	E19	E23
Campamentos	E4	E8	E12	E16	E20	E24

Fuente: Araújo Ibarra & Asociados S.A.

Para identificar el grado de una amenaza, se tiene en cuenta la probabilidad de ocurrencia de los eventos utilizando los valores de la Tabla 9-3. Se analiza cada uno de los eventos de la Tabla 9-2, para identificar cuáles de ellos tienen mayor probabilidad de ocurrir. Según el valor que tenga cada evento, las amenazas se clasifican según los siguientes rangos:

- Amenaza muy alta. Mayor de 5 puntos.
- Amenaza alta = 4 puntos.
- Amenaza media = 3 puntos
- Amenaza baja = Menor de 2 puntos

Tabla 9-3. Probabilidad de ocurrencia

PROBABILIDAD	DEFINICIÓN	OCURRENCIA CASOS	PUNTOS
Frecuente	Posibilidad de ocurrencia alta. Sucede en forma reiterada.	1 al mes	6
Moderado	Posibilidad de ocurrencia media. Sucede algunas veces.	1 entre 1 y 3 meses	5
Ocasional	Posibilidad de ocurrencia limitada. Sucede pocas veces.	1 entre 6 meses a 1 año	4
Remoto	Posibilidad de ocurrencia baja. Sucede en forma esporádica.	1 entre 1 a 2 años	3
Improbable	Posibilidad de ocurrencia muy baja. Sucede en forma excepcional.	1 entre 2 a 10 años	2
Imposible	Difícil posibilidad de ocurrencia. No ha sucedido hasta ahora.	1 cada 10 años o más	1

Fuente: Araújo Ibarra & Asociados S.A.

Posteriormente, se tienen en cuenta los eventos que clasifican con un grado de amenaza alto y muy alto, para cruzarlos con los valores de gravedad y así clasificar los niveles de riesgo.

CALCULO DEL RIESGO

El riesgo es la conjugación de dos factores, la probabilidad de ocurrencia de una amenaza con la gravedad de las consecuencias de la misma. Los eventos con un grado de amenaza alta y muy alta (con valores mayores a 4 según los valores de la Tabla 9-3), se califican con los valores de gravedad del cuadro E (sumando la valoración en cuanto a víctimas, daño ambiental, pérdidas materiales, imagen empresarial y continuidad de la operación).

CUADRO D. CALIFICACIÓN DE LA GRAVEDAD (Nivel de riesgo en el Cuadro D = A + B + C + D)

A. Víctimas	
1. No hay lesiones, no requiere atención hospitalaria	3. Lesiones con necesidad de hospitalización
2. Lesiones leves que requieren primeros auxilios	4. Muertos
B. Daño Ambiental	
1. No hay daños ambientales significativos	3. Daños ambientales en las áreas aledañas
2. Daños ambientales dentro del área del escenario	4. Daños con consecuencias en la comunidad

C. Pérdidas Materiales	
1. Menos de 120 U\$	3. Entre 2400 U\$ y 60000 U\$
2. Entre 120 y 2400 U\$	4. Más de 60000 U\$
D. Imagen Empresarial	
1. Conocimiento interno de la planta procesadora de cemento.	3. Conocimiento regional
2. Conocimiento local	4. Conocimiento nacional
E. Continuidad de la Operación	
1. Suspensión menor a 2 horas	3. Suspensión de 6 a 48 horas
2. Suspensión de 2 a 6 horas	4. Suspensión indefinida
Escala de Calificación Utilizada Anteriormente	
1. Insignificante	3. Tolerable
2. Aceptable	4. Inaceptable

Con la anterior metodología se determinan los niveles de riesgo, que son los siguientes:

Bajo: Un escenario situado en esta región del cuadro, significa que la combinación de probabilidad-gravedad no representa un riesgo significativo, por lo que no amerita la inversión inmediata de recursos y no requiere una acción específica para la gestión sobre el factor de vulnerabilidad considerado en el escenario. Cuantitativamente representa riesgos con valores entre 4 y 8 puntos.

Medio: Un escenario situado en esta región del cuadro significa que, aunque deben desarrollarse actividades para la gestión sobre el riesgo, éstas tienen una prioridad de segundo nivel. Cuantitativamente representa riesgos con valores entre 9 y 13 puntos.

Alto: Un escenario situado en esta región del cuadro, indica que siempre se requiere desarrollar acciones prioritarias e inmediatas para su gestión, debido al alto impacto que tendrían sobre el sistema y la región. Cuantitativamente representa valores de riesgo entre 14 y 20 puntos.

CUADRO E. NIVEL DE RIESGO

ESCENARIOS		NIVELES DE RIESGO (A+B+C+D+E) del Cuadro E		
No EVENTO	EVENTOS CON MAYOR PROBABILIDAD	BAJO (4 – 8)	MEDIO (9 – 13)	ALTO (14 – 20)
E2	Derrame de materia prima en la planta			
E3	Derrame de materia prima en los alrededores			
E21	Avenidas que afectan las vías			
E24	Avenidas del río Luisa que afecten el campamento			

Los riesgos altos están relacionados en su mayoría con derrames de materias primas (caliza, arenas, etc.) y carbón, que puedan afectar la planta o el río Luisa. Este evento se puede presentar durante el transporte de dichos materiales. Por lo tanto el Plan de Contingencia, debe tener en cuenta estos escenarios para tomar acciones que buscan la disminución del nivel del riesgo, mediante medidas preventivas. Para que estas medidas sean efectivas se deben buscar soluciones para las posibles causas, las cuales se resumen en el cuadro F.

CUADRO F. POSIBLES CAUSAS DE LOS RIESGOS ALTOS EN LA OPERACIÓN DE LA PLANTA PROCESADORA DE CEMENTO

ESCENARIOS DE ALTO RIESGO		POSIBLES CAUSAS
E2	Derrame de materia prima en la planta	• Ausencia de mantenimiento preventivo en la banda transportadora. • Falta de mantenimiento predictivo y/o preventivo. • Atentados
E3	Derrame de materia prima en los alrededores	• Ausencia de mantenimiento. • Tormentas.
E21	Avenidas que afectan las vías	• Falta de control a los transportadores. • Falta de capacitación a los transportadores. • Vías sin mantenimiento. • Puentes sin capacidad.

ESCENARIOS DE ALTO RIESGO		POSIBLES CAUSAS
E24	Avenidas del río Luisa que afecten el campamento	• Reactivación del volcán Machín. • Fenómeno del Niño.

Del cuadro F se deduce que la causa más común que puede elevar los niveles de riesgo es la falta de aplicación de los procedimientos del Manual de Operación de la planta, especialmente el mantenimiento. También se puede presentar condiciones inseguras durante el transporte de materias primas.

En un segundo nivel está la presencia de avenidas torrenciales del río Luisa, ya sea por aguaceros torrenciales o por una reactivación de la actividad del volcán Machín.

9.2 Plan de contingencia

9.2.1 Estrategias Preventivas

Teniendo en cuenta la filosofía del Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres, la primera estrategia que debe implementarse en la Planta Procesadora de Cemento, debe ser la prevención, para evitar que ocurran emergencias y lograr que se convierta en una forma de actuar por parte de todos los operarios.

Debido a las agresiones (desgastes, corrosiones, envejecimiento, etc.) que sufren las diferentes partes de los equipos por su uso y por la acción de factores internos y externos como el clima, se pueden producir averías que originan **condiciones inseguras**. Por ello es evidente que el mantenimiento eficaz contribuye a la seguridad de instalaciones y operaciones. La conexión entre mantenimiento y seguridad es bien importante y por eso la organización tiene previsto un departamento de mantenimiento conformado por 36 personas (Tabla 9-4).

Tabla 9-4. Personal de mantenimiento para la operación

MANTENIMIENTO	No
Mecánicos 1A	2
Soldadores 1A	2
Mecánicos 1	5
Ayudantes Mantenimiento Mecánico	8
Electricistas	4
Instrumentistas	2
Supervisores de Mant. Mecánico	2
Supervisores Electricidad y Control	1
Planeador de Mantenimiento	3
Lubricadores	2
Proyectistas	1

MANTENIMIENTO	No
Ayudantes electricidad y control	4
Subtotal	36

Durante la implementación del plan se debe armonizar con el Coordinador de Mantenimiento (eléctrico, estático e instrumental), para reforzar los planes y programas de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo. En la Tabla 9-5 se presentan los criterios generales de mantenimiento preventivo:

Tabla 9-5. Criterios generales de mantenimiento preventivo

CRITERIOS	PERIODICIDAD	PROGRAMA	INSTALACION O SITIO
Control detallado de aspectos muy criticos de las instalaciones, del proceso y de los servicios auxiliares.	Diaria	De acuerdo con el Programa de Mantenimiento establecido por la planta procesadora de cemento.	Sitios seleccionados en el Programa de Mantenimiento Preventivo.
Control detallado de aspectos criticos de las instalaciones.	Semanal		
Revisiones detalladas de los elementos de las instalaciones, utilizando listas de chequeo para la revision sistematica.	Mensual		
Pruebas, analisis, limpieza y engrase de elementos de poco desgaste.	Trimestrales o semestrales		
Instrucciones dadas en los manuales de los equipos.	Depende de la periodicidad establecida en los manuales		

NOTA: Esta tabla es una guía y no interfiere con la programación que tiene la empresa para el mantenimiento.

Durante la implementación los programas se van ajustando y se pueden establecer criterios específicos que aplican a determinada instalación, mediante talleres y ejercicios con el personal de experiencia y sólo así se garantiza la eficacia de las inspecciones. El personal operativo debe recibir entrenamiento para la aplicación de las listas de chequeo y/o formatos.

9.2.2 Estrategias para la Respuesta

Parámetros para la Clasificación de las Emergencias

Los criterios de clasificación de emergencias se muestran a continuación. Sin embargo, durante la implementación del plan se deberá establecer criterios específicos que aplican a la instalación, mediante talleres y ejercicios con el personal de experiencia, sólo así se garantiza la valoración de la capacidad real de respuesta de las instalaciones de la planta. Dichos criterios son:

- El volumen más probable de materia prima derramado en un cuerpo de agua o en las instalaciones de la planta.
- La capacidad de respuesta para el control de emergencias.
- La posibilidad de ocurrencia de fenómenos naturales.
- Incendios en la planta.

En el análisis de riesgos se clasificó como alto el derrame de materias primas en la planta o en las vías y por lo tanto es el punto de partida para la clasificación. Al incrementarse la magnitud de la emergencia, la cual estaría representada en el volumen del derrame o el área cubierta por la contaminación y/o la propagación de las llamas, se asciende en los niveles en los cuales se clasificaron las emergencias (Tabla 9-6).

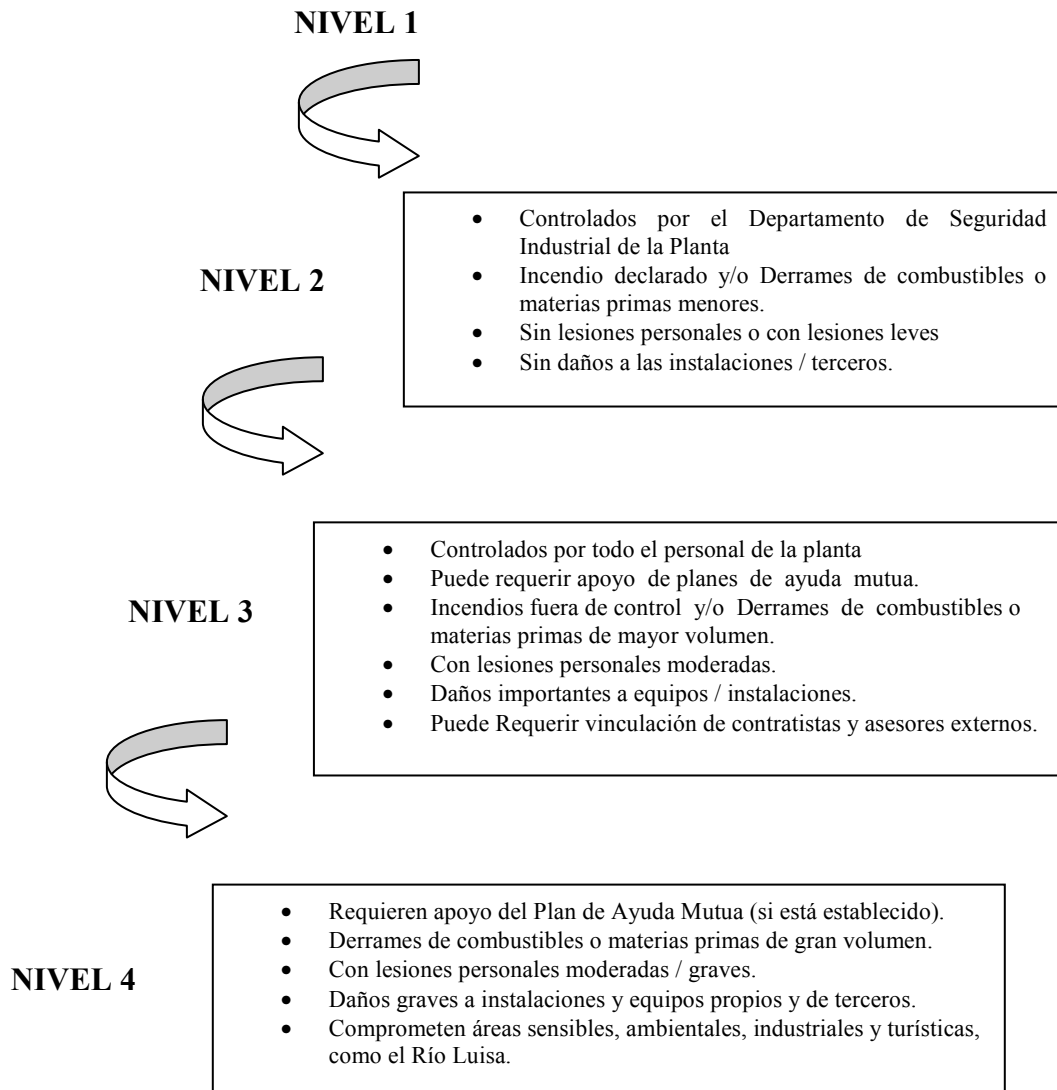
Tabla 9-6. Niveles de emergencia en la planta procesadora de cemento

NIVEL	DERRAME	INCENDIO
1	Durante el transporte de materias primas y combustibles y en la manipulación en la planta. Así mismo existe el riesgo de que pequeñas cantidades de combustibles caigan a los caños de escorrentía que cruzan por el lote.	En esta categoría se clasifican todos los conatos de incendio en la planta, sin lesiones personales ni daños a instalaciones o a terceros. es controlado por los operarios de la planta.
2	Son derrames menores, en los que el riesgo de daños al medio ambiente o a las actividades humanas es menor y pueden ser controlados por el personal de la planta. Estos derrames suelen ocurrir como resultado de las operaciones de transferencia o toma de combustible, y generalmente están relacionados con escapes de tuberías, mangueras, etc.	Incendio declarado, debe ser controlado por el personal de las brigadas que se conformen para tal fin. Para su combate se requiere el uso de elementos de protección personal, equipos respiratorios y sistemas fijos y portátiles para extinción de incendios.
3	Son derrames de combustible o de materias primas, en los que se considera que existe un grave riesgo de daños ambientales y a las actividades humanas. un derrame de este tamaño puede requerir apoyo logístico externo de compañías ubicadas en la región para apoyar el control del derrame y las subsecuentes labores de limpieza. Estos derrames están relacionados con escapes operacionales o accidentes menores durante el transporte.	Incendio fuera de control, debe ser controlado por todo el personal de la planta, puede requerir ayuda del plan de ayuda mutua para su control. son incendios no confinados a su sitio de ocurrencia, puede haber personas con lesiones personales moderadas y ocurrir daños importantes a equipos e instalaciones.
4	Son derrames de combustibles o materias primas, o una descarga permanente en los cuales el medio ambiente y las actividades humanas están en peligro. Debido al tamaño del derrame, estará probablemente fuera de las posibilidades de contención y limpieza con los recursos propios, requiriéndose el apoyo externo de compañías nacionales y ocurren cuando un camión transportador se voltea en el cruce de un río. Un derrame nivel 4 es normalmente causado por un accidente serio, tal como una colisión, fallas estructurales, incendios o explosiones. no todos los derrames nivel 4 resultan en daños ambientales graves, ya que el combustible puede no llegar hasta un río. La respuesta a este nivel de derrames corresponde a todo el personal de la planta.	

Cuando se presente una emergencia, que por sus características se clasifique como nivel 1 no es necesario activar el PDC, pero en el caso que no sea controlada a tiempo, o que implique

perturbaciones en áreas sensibles y/o críticas, puede convertirse en una emergencia de un nivel superior, como se observa en la FIGURA 9-2:

Figura 9-2. Diagrama de flujo según el nivel de emergencias



Fuente: Araújo Ibarra & Asociados S.A.

Cargos y Funciones de la Organización para el manejo de una emergencia

Para la operación de la planta procesadora de cemento, se requiere básicamente de tres grupos principales: administración, operaciones y grupo de mantenimiento.

En cada uno de estos grupos se presenta recursos directos o empleados directos de la compañía y recursos suministrados por contratistas especializados en algunos servicios.

La organización de la atención a emergencias que se pueden presentar durante el transporte o en las instalaciones de la planta, reconoce tres niveles de organización (Figura 9-1), con responsables definidos (Tabla 9-7):

- Nivel Estratégico: Gerente de la planta.
- Nivel Táctico: Coordinador de Operaciones
- Nivel Operativo: Coordinador Seguridad Industrial

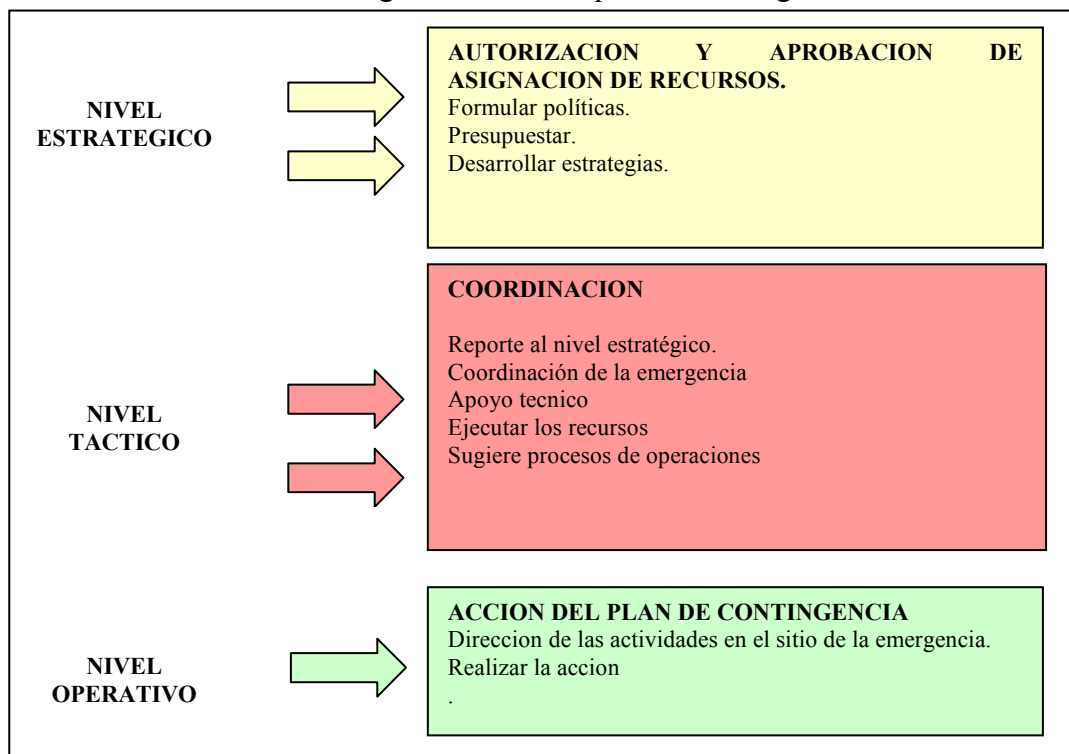
Tabla 9-7. Funciones y Responsabilidad del Personal en la planta

NIVEL EN PDC	CARGO EN LA EMPRESA	FUNCIONES
ESTRATEGICO	Gerente	• Ser responsable por la administración, operación y mantenimiento de la planta. • Verificar el cumplimiento de las políticas de la compañía y el seguimiento de la normatividad en Seguridad industrial, protección física y protección al medio ambiente. • Garantizar que se cuenta con el soporte operativo y logístico suficiente y apropiado para llevar a cabo las operaciones de fabricación de cemento.
TACTICO	Coordinador de Operaciones	• Ser el enlace directo entre la gerencia de la planta y los operarios. • Control de las operaciones de la planta. • Garantizar que se atiende con eficiencia y seguridad la operación de la planta. • Asegurar que se están observando los procedimientos y directrices de este manual de operaciones. • Verificar que el contratista que suministra los vehículos que transportan combustibles o materias primas cumplan con la normatividad de la compañía y de la autoridad competente.
OPERATIVO	Coordinador de Seguridad Industrial	• Divulgación de la normatividad en seguridad industrial y salud ocupacional y medio ambiente de la compañía. • Establecer las necesidades de entrenamiento del personal en Coordinación con el Departamento de Recursos Humanos. • Investigar reportes de incidentes referentes a la seguridad industrial. • Velar por que los contratistas cumplan las normas de seguridad, salud y medio ambiente de la compañía. • Revisar periódicamente los planes de contingencia asegurándose que estén actualizados. Supervisa que se cumpla la programación anual de ejercicios de

NIVEL EN PDC	CARGO EN LA EMPRESA	FUNCIONES
		emergencia.
	Coordinador de mantenimiento	• Elaborar programas de mantenimiento preventivo, informes técnicos y mantener información de los equipos de la planta. • Aprobar las requisiciones generadas por el Departamento. • Coordinar y supervisar las reparaciones a los equipos de la planta. • Responsable por el mantenimiento y correcta operación de bandas transportadoras, equipos, etc.

La organización operativa de la planta y las funciones de los niveles o Grupos de Respuesta estratégicos, tácticos y operativos que intervienen en la atención a una emergencia, se presentan de manera esquemática en la Figura 9-3 y se definen para cada grado de emergencia en la Tabla 9-8, Tabla 9-9 y Tabla 9-10:

Figura 9-3. Funciones de la organización en el plan de contingencia



Fuente: Araújo Ibarra & Asociados S.A

Tabla 9-8. Actividades permanentes, durante y después de una emergencia a nivel estratégico

NIVEL ESTRATEGICO			
RESPONSABLE	PERMANENTES	DURANTE LA ETAPA DE CONTROL DE LA EMERGENCIA	DESPUES
Gerente	– Actualización de la información sobre áreas y situaciones de riesgo tecnológico. – Actualización técnica sobre procesos y operaciones. – Contar con bases de datos como documentos de soporte y consulta. – Definir y evolucionar las políticas del PDC	– Respetar las decisiones del Puesto de Mando Unificado (PMU) en el sitio de impacto. – Asistir al PMU en las consultas técnicas sobre atención a la emergencia. – Asistir al nivel estratégico en la destinación de recursos según sea la prioridad técnica requerida. – Apoyar las necesidades de la operación de la empresa para asegurar la continuidad de las mismas. – Asesorar al Coordinador del PMU en el establecimiento de las prioridades de protección y seguridad. – Suministrar asesoría en todos los aspectos legales (gestión ante autoridades, de responsabilidad civil)	– Suministrar la información de soporte durante de las investigaciones. – Revisar el informe final de resultado de las investigaciones. – Colaborar en la sugerencia e implantación de recomendaciones. – Asesorar en las acciones de reestablecimiento de las operaciones.

Tabla 9-9. Actividades permanentes, durante y despues de una emergencia a nivel táctico

NIVEL TACTICO			
RESPONSABLE	PERMANENTE	DURANTE	DESPUES
Coordinador de Operaciones	– Trazar los objetivos y definir el alcance del plan. – Evaluar la eficiencia y aplicabilidad del plan. – Evaluar el desempeño de los participantes en el PDC. – Desarrollo e implementación de estrategias de formación personal (Programas de Capacitación para Brigadistas). – Procurar el mayor y mejor contacto con las entidades de apoyo externo. – Seguimiento de la instauración y funcionamiento del CLOPAD de SAN LUIS. – Supervisar los programas de capacitación y formación. – Desarrollar mecanismos de motivación para lograr el compromiso de todas las personas con el PDC. – Creación de una cultura de comunicación clara y establecimiento de canales de comunicación efectivos. – Evaluar el PDC. Apoyar las acciones de planificación y entrenaimeinto de la organización.	– Coordinador de actividades. – Conformar y liderar PMU según se requiera. – Determinar qué recursos adicionales requiere. – Disponer de un medio de comunicación adecuado que permita una comunicación eficiente.	– Evaluar el PDC. – Determinar qué recursos adicionales se requieren para un evento similar en un futuro. – Generar informe para el Gerente.

NIVEL TACTICO			
RESPONSABLE	PERMANENTE	DURANTE	DESPUES
	– Velar porque todos los integrantes de la organización del PDC conozcan sus responsabilidades a fin de evitar improvisaciones. – Indicar las necesidades de actualización. – Presentar al nivel estratégico el plan de recursos y presupuestos para que funcione el plan.		

Tabla 9-10. Actividades permanentes, durante y después de una emergencia a nivel operativo

NIVEL OPERATIVO			
RESPONSABLE	PERMANENTES	DURANTE	DESPUES
COORDINADOR SEGURIDAD INDUSTRIAL.	– Máximo responsable de la elaboración, implementación y aplicación del PDC. – Definir la necesidad de recursos según el análisis de riesgos. – Garantizar su presencia o delegarla en caso de ausencia. – Conocer las técnicas y equipos para control y recolección de un derrame (si lo hay), sus capacidades y limitaciones, su valor y costos de operación entre otros. – Poseer una clara concepción de las prioridades, riesgos, limitaciones y dificultades típicas de estas emergencias. – Establecimiento de la organización formal de la estructura de respuesta. – Desarrollar ejercicios de entrenamiento y simulacros.	– Reportar a la Gerencia. – Confirmar la emergencia. – Activar el plan. – Liderar la atención de la emergencia en el sitio. – Evaluar la emergencia. – Coordinar en el sitio la ejecución de las acciones de respuesta que estén bajo el alcance y responsabilidad de la PLANTA PROCESADORA DE CEMENTO. – Hacer el seguimiento al desarrollo de la atención de la emergencia. – Elaboración de los reportes de notificación de la emergencia para ser enviadas a las autoridades correspondientes. – Mantener una personalidad serena y con ascendencia entre el personal y las autoridades locales para, con una dirección enérgica y mando global centralizado, dar la tranquilidad necesaria y evitar la confusión y el caos.	– Documentar la emergencia o supervisar la documentación de esta. – Indicar después de la evaluación los puntos de corrección y las debilidades detectadas.
Administrador de Brigadistas.	– Establecer los programas para llevar a cabo los Artículos incluidos en el acta de constitución de la Brigada de Incendios.	– Apoyar en la zona de impacto la activación de los grupos externos. – Participar en las actividades de control y atención de la emergencia, dirigiendo	– Participar en la documentación de la emergencia. – Participar en la evaluación de

NIVEL OPERATIVO			
RESPONSABLE	PERMANENTES	DURANTE	DESPUES
	– Establecer el tamaño y organización de la Brigada. – Coordinar y programar las reuniones necesarias. – Establecer y mantener programas de inspección de los equipos de protección contra incendios. – Coordinar el mantenimiento y revisar los reportes y registros necesarios. – Tener disponible información para los Brigadistas sobre materiales y procesos peligrosos a que puedan estar expuestos. – Establecer requisitos de desempeño físicos relacionados con el trabajo para los Brigadistas.	las actividades de los Brigadistas Integrales.	la atención de la emergencia para determinar las oportunidades de mejoramiento.
Director en Escena.	– Portar radio/busca personas si esta fuera del área. – Entrenarse en el manejo de equipos para control de eventos. – Actualizarse en el conocimiento sobre técnicas y equipos para el control de incendios. – Supervisar los programas de formación y capacitación. – Poseer una clara concepción de las prioridades, riesgos,	– Acciones de control con los medios necesarios, para lo siguiente: * Atención heridos (PLAN DE EMERGENCIA MEDICA de la planta). * Apagar incendio. * Rescatar personas/bienes. * Dirigir evacuación. * Recolectar derrames si se presentan. – Apoyar en el área de impacto la activación de los grupos externos.	– Evaluar el resultado de las acciones de respuesta. – Ayudar en el reestablecimiento de las operaciones.

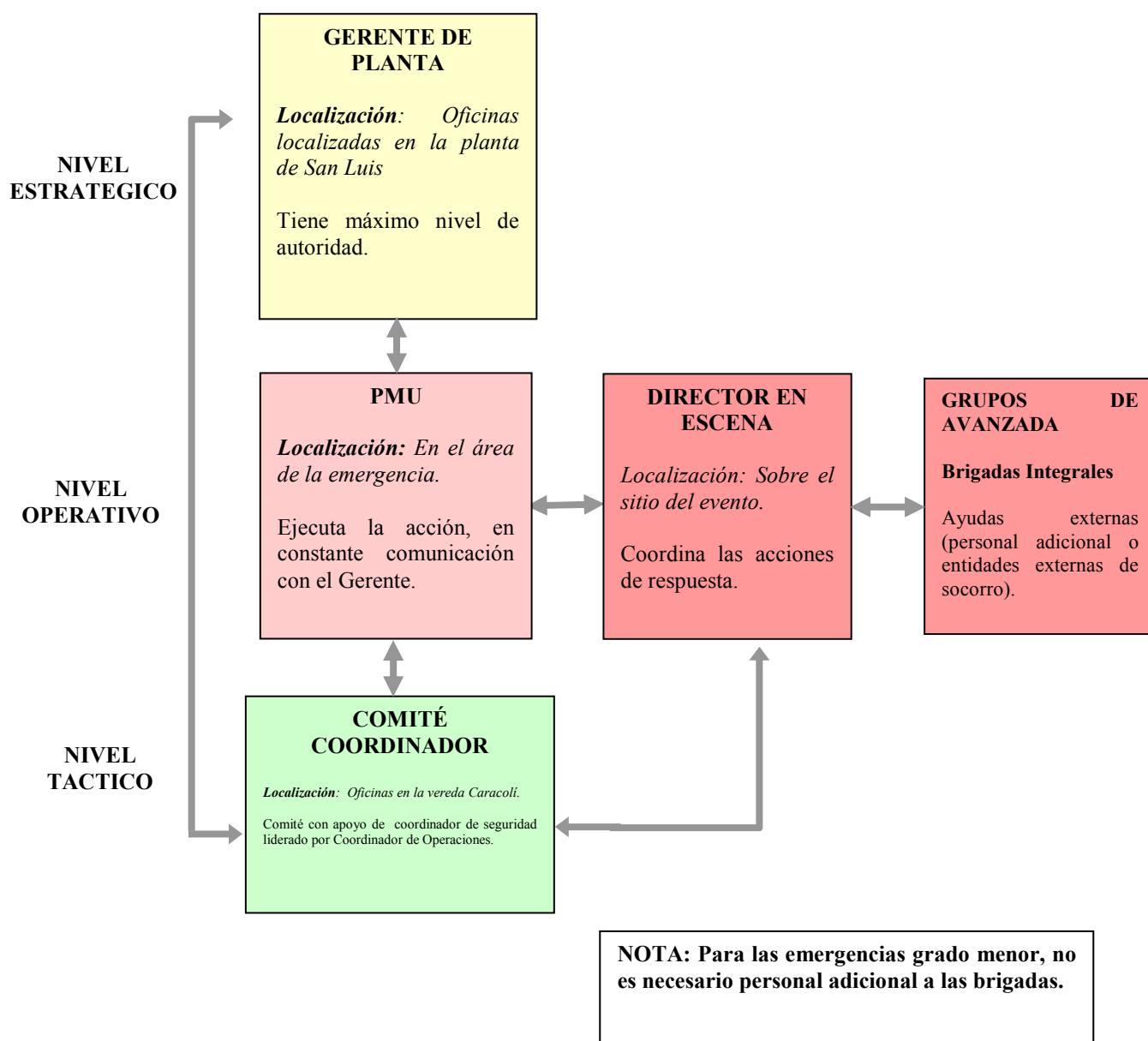
NIVEL OPERATIVO			
RESPONSABLE	PERMANENTES	DURANTE	DESPUES
	limitaciones y dificultades típicas en los escenarios de emergencias posibles en la planta.		

Organización de la Respuesta

En la Figura 9-4 se muestra en general la organización para la respuesta y en las siguientes páginas, se ilustran estos niveles indicando en cada uno de ellos el personal de la planta y entidades involucradas del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Emergencias, para cada grado de emergencia.

El esquema de organización propuesto tiene en cuenta la experiencia de la industria del cemento y la reglamentación vigente en los Decretos 919 de 1989 y 321 de 1999.

Figura 9-4. Esquema de organización para la respuesta



Estructura de Mando Unificado para la Respuesta a la Emergencia

El Puesto Mando Unificado (PMU) es la organización con nivel máximo y único de autoridad y mando en la zona de la emergencia, para ordenar las acciones de respuesta, que por las características de la planta en la mayoría de las emergencias se localiza en las oficinas administrativas de la planta.

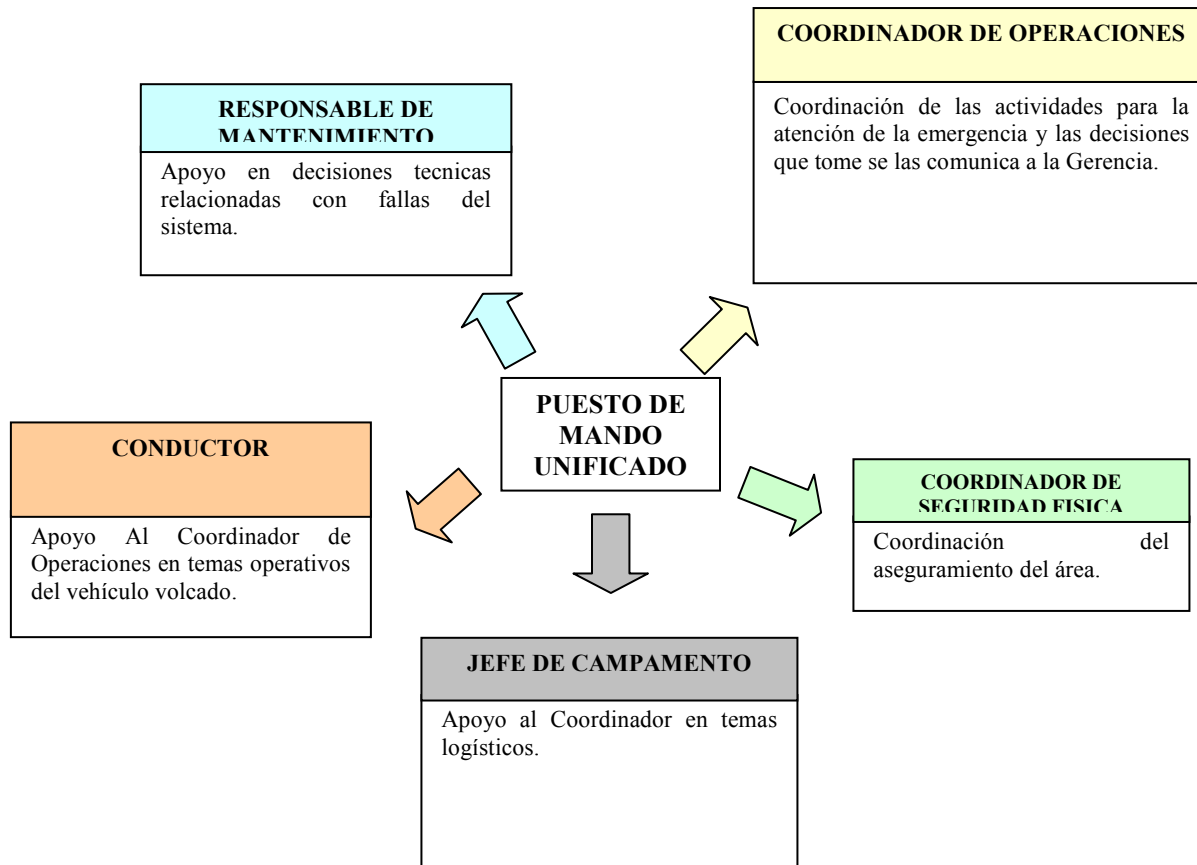
En este puesto, como su nombre lo dice solo podrá dar órdenes una y solo una persona, que es el COORDINADOR DE OPERACIONES DE LA PLANTA PROCESADORA DE CEMENTO. Aunque en una emergencia como es normal todo el mundo quiere “ayudar, brindar apoyo y colaborar”, lo importante es la coordinación, para no confundir las líneas de activación. Generalmente el PMU se ve conformado por un gran número de personas que no deberían estar allí (aunque tengan la mejor y más buena voluntad) y esto puede atrasar una respuesta efectiva.

La organización del PMU debe incluir un único nivel de autoridad, es decir el coordinador del Plan de Contingencia, que dada la estructura de la organización corresponde al Coordinador de Operaciones. El Coordinador del PDC es un cargo asumido y asignado con responsabilidad por conocimientos y capacidades para afrontar una situación de emergencia.

Esta persona debe conocer muy bien la operación, los equipos y elementos de la planta, tener un adecuado conocimiento de la capacidad de respuesta, ser un Líder o adquirir formación de liderazgo.

La estructura que se presenta en la figura a continuación (Figura 9-5) para el PMU es bastante sencilla y ordenada, buscando como ya se mencionó que cumpla las funciones verdaderas del PMU.

Figura 9-5. Estructura puesto de mando unificado



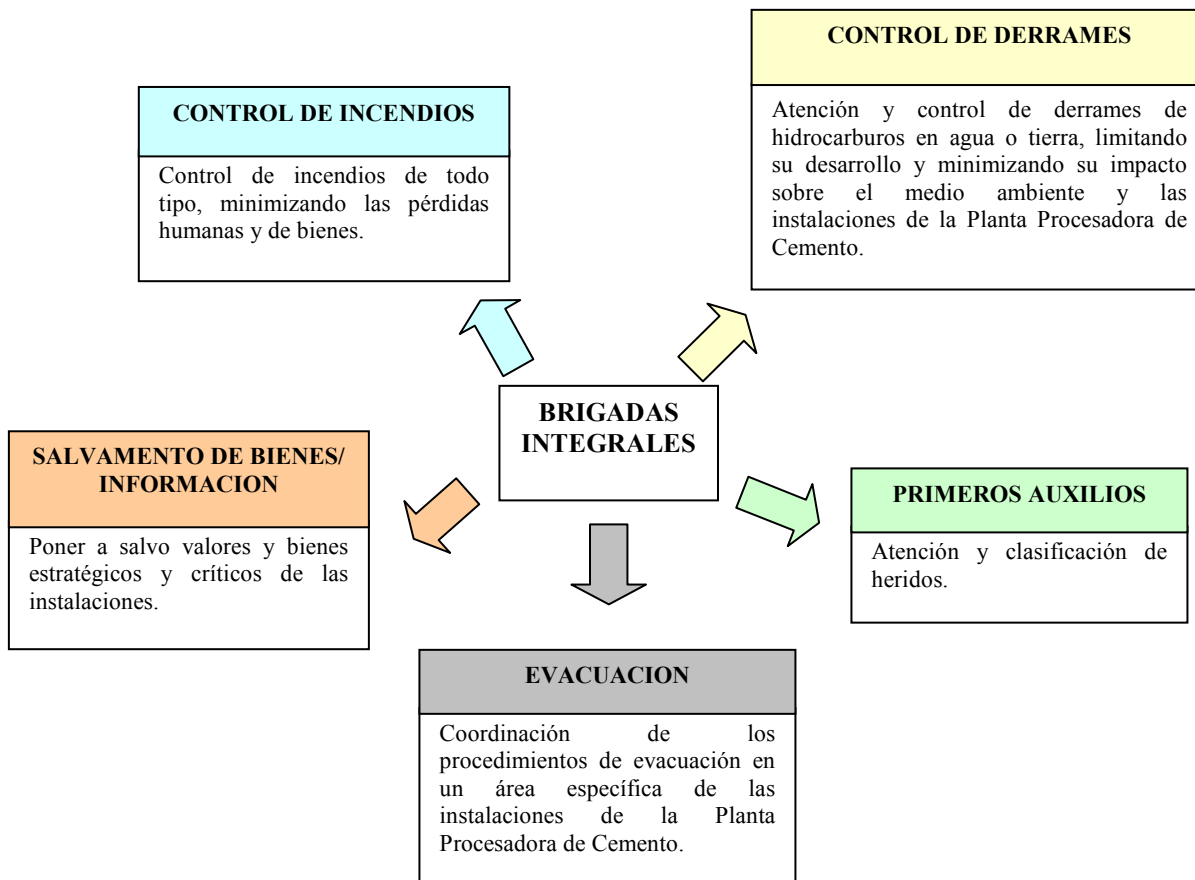
Fuente: Araújo Ibarra & Asociados S.A.

Conformación de los Brigadistas Integrales

Los brigadistas son un grupo de empleados organizados que posee conocimientos y prácticas referentes a las técnicas básicas de lucha contra incendios y derrames de combustibles. La brigada debe estar coordinada por una persona nombrada por la Gerencia como responsable de la organización, administración y funciones de la Brigada Industrial de Incendio.

En la planta procesadora de cemento, es conveniente la formación de Brigadas Integrales, conformadas por grupos de personas entrenadas y capacitadas en las siguientes actividades (Figura 9-6):

Figura 9-6. Actividades de las brigadas integrales



Funciones y Responsabilidades de los Brigadistas

a) Funciones Generales para Brigadistas

En la Tabla 9-11 se relacionan las funciones generales que deben cumplir los Brigadas Integrales en las instalaciones de la planta.

Tabla 9-11. Funciones permanentes durante la emergencia

Permanentes	Durante la emergencia	Después de controlada la emergencia
– Participar en los procesos de capacitación y entrenamiento. – Conocer el PDC¹ y el plan de evacuación de las	– Activar mecanismos de alarma e informar a los superiores. – Ponerse a disposición del	– Participación en la evaluación de la emergencia, elaboración del informe

Permanentes	Durante la emergencia	Después de controlada la emergencia
instalaciones. – Conocer la evaluación de riesgos de su área operativa. – Conocer la ubicación y estado de los equipos de atención de emergencias. – Participar en los simulacros de emergencia. – Conocer la organización de la respuesta a emergencias para los diferentes niveles de activación del PDC ¹ .	Coordinador del PMU ² . – Atender las instrucciones del PMU ² .	a discreción del PMU ² . – Reportar la condición de los equipos de emergencia después de su operación. – Guardar adecuadamente los equipos utilizados para que queden disponibles para ser usados nuevamente. – Contribuir en la actualización del PDC ¹ de acuerdo con las lecciones aprendidas en la atención de la emergencia.

¹ PDC: Plan de Contingencia.

² PMU: Puesto de Mando Unificado.

b) Responsabilidades Específicas para Brigadistas Integrales

A continuación se relacionan las responsabilidades específicas que deben cumplir los Brigadistas Integrales antes, durante y después de ocurrida una emergencia en las instalaciones.

Tabla 9-12. Responsabilidades específicas para brigadistas integrales

ACTIVIDAD	RESPONSABILIDADES		
	ANTES	DURANTE	DESPUES
Control de derrames de sustancias peligrosas.	– Conocer los Puntos de Observación establecidos para los eventos esperados dentro del plan de contingencia. – Conocer la ubicación y funcionamiento de los equipos para el control de derrames. – Conocer y practicar los procedimientos operativos establecidos para control de derrames.	– Realizar las actividades de control del derrame, contención, recolección y almacenamiento de la materia prima o el combustible recuperado. – Colaborar en las actividades de control de los equipos o instalaciones que hayan dado origen al incidente.	– Colaborar en las actividades de control del incidente. – Revisar los equipos de emergencia utilizados en las acciones de control del incidente y verificar su disponibilidad.
Control de incendios.	– Colaborar con el Coordinador de HSE en las labores de inspección de riesgos y en la revisión de equipos de protección. – Verificar permanentemente el buen estado de los equipos y sistemas contraincendio. – Colaborar en la capacitación de compañeros.	– Controlar los incendios de acuerdo con los procedimientos establecidos. – Realizar labores de búsqueda y rescate en las zonas calientes. – Apoyar acciones de seguridad.	– Participar en la evaluación de daños. – Revisar los equipos de emergencia utilizados en las acciones de control del incendio y restablecer su operatividad.
Primeros auxilios.	– Verificar la existencia y dotación de botiquines. – Tener al día la información de los hospitales y centros de salud ubicados en la zona de influencia de las instalaciones. – Establecer dentro de las instalaciones, los sitios que puedan ser usados para la atención de heridos al momento de la emergencia. – Determinar los recursos para atender la emergencia (Ejem.: vehículos usados como ambulancias en caso de requerirse).	– Prestar auxilio a quienes lo requieran. – Asistir al personal médico de la empresa. – Colaborar con el PLAN DE EMERGENCIA MEDICA en el establecimiento de los centros de atención y clasificación de heridos, en la decisión del orden de preferencias en estado de emergencia (Triage) y remisión de pacientes. – Apoyar las labores de rescate.	– Colaborar con la evaluación de lesionados. – Coordinar la reposición de botiquines utilizados durante la emergencia.
Salvamento de	– Conocer de la ubicación y características	– Cubrir, aislar o retirar los valores	– Verificar el estado y la

ACTIVIDAD	RESPONSABILIDADES		
	ANTES	DURANTE	DESPUES
bienes.	- de los valores críticos a salvar. - Conocer los procedimientos y técnicas para el salvamento de bienes.	- críticos preestablecidos del área de riesgo. - Asegurar la estabilidad de los bienes salvados hasta que pasen al control de la persona responsable. - Colaborar con los demás grupos de apoyo.	- situación de los bienes afectados y salvados. - Inspeccionar el área afectada para verificar la estabilidad de los bienes amenazados. - Restablecer la operatividad y utilización de los bienes críticos salvados.
Evacuación.	- Conocer y verificar periódicamente los parámetros que condicionan la evacuación de su área asignada. - Mantener actualizada la lista de personal de su área de responsabilidad asignada. - Instruir periódicamente al personal de su área sobre los procedimientos de evacuación.	- Verificar la veracidad de la alarma. - Indicar a todos la salida y recordarles las rutas principal y alterna de evacuación. - Recordar a los evacuados el sitio de reunión final, evitar el regreso de las personas. - Verificar que el área queda evacuada completamente. - Verificar la lista del personal en el sitio de reunión.	Evaluar la efectividad y funcionamiento del plan.

Se debe llevar un inventario de los elementos para las contingencias, los cuales serán almacenadas en una bodega general, donde todo debe estar etiquetado con tarjetas donde se pueda verificar cuándo fue la última revisión y prueba del equipo y su estado. En Tabla 9-13 sirve de guía para el anterior propósito

Tabla 9-13. Modelo de tabla para inventario de extintores bodega de contingencia

Área	Ubicación	No. Inventario	Numero	Estado del equipo o elemento*

Criterios de Evacuación

Comúnmente el concepto de evacuación demuestra tener un empleo limitado, enfocado exclusivamente al traslado de personal de un sitio a otro. Considerando los impactos negativos en el personal de la instalación, la evacuación se concibe como un acto integral de varias acciones que implican: planear, comunicar y actuar, que no se limitan al tiempo ni al espacio puntual. Para la evacuación se deben seguir los procedimientos de clasificación de heridos, evacuación y transporte, que hacen parte del PLAN DE EMERGENCIA MEDICA de la planta PROCESADORA DE CEMENTO.

Criterios para dar una Orden de Evacuación

En la Tabla 9-14 se presenta a manera de ejemplo una serie de criterios para determinar cuándo debe ser emitida una orden de evacuación y de qué tipo en la planta:

Tabla 9-14. Criterios de evacuación

TIPO DE EVACUACION		CRITERIOS
PARCIAL	TOTAL	
X	X	1. Tiempo de duración de la emergencia. – $t < 12$ horas. – $t > 12$ horas.
X	X X	2. Unidades de procesos comprometidas. – Remolcadores. – Oficinas.
X	X	3. Recursos comprometidos. - Los elementos para combatir el accidente superan su magnitud. - Cuando los recursos para combatir el accidente son

TIPO DE EVACUACION	CRITERIOS
	insuficientes.
X	4. Tipo de producto. - Productos que generen una nube contaminante o con posibilidad de explosión.

Los criterios para determinar cuándo se debe dar una orden de evacuación y de qué tipo, que involucren poblaciones o infraestructura externa deben ser establecidos en talleres desarrollados con el personal operativo de la planta.

Establecimiento de Refugios y Zonas Seguras

Una vez dada la alarma y cumplida la movilización de las personas afectadas, se establecerán los sitios finales de ubicación de ellas: refugios y zonas seguras.

En la Tabla 9-15 se presentan las características de los refugios y zonas seguras:

Tabla 9-15. Características de los refugios y zonas seguras

DESCRIPCION	DEFINICION	CONDICIONES PARA SU ESTABLECIMIENTO
Refugios.	Sitio que ofrece condiciones básicas de supervivencia: habitación, servicios sanitarios, alimentación, atención médica y recreación.	- Tiempo > 12 horas. - Magnitud: cuando se destruyan parcial o totalmente las viviendas que impidan su utilización segura.
Zonas seguras.	Sitio abierto cuyo único objeto es el de evitar que las personas sigan o estén expuestas a la amenaza a su integridad que ofrece el accidente.	- Tiempo < 12 horas. Magnitud: cuando la afectación del inmueble sea mínima y no se afecten sus condiciones estructurales que la hagan inhabitable.

Esquemas de Evacuación

Las rutas de evacuación para las instalaciones de la planta están establecidas según los lineamientos de Seguridad Industrial.

Consideraciones para las Comunicaciones

El objetivo es suministrar a las personas encargadas de la atención de una emergencia en las instalaciones de la planta, algunas consideraciones básicas para el proceso de comunicación en

el PDC y los elementos básicos para mantener una comunicación efectiva durante y después de la emergencia a nivel estratégico, operativo y técnico.

Procedimientos de Comunicación

a) Personal Autorizado

La comunicación en casos de emergencia debe hacer uso de los equipos existentes, los cuales deben ser probados periódicamente. Según las funciones establecidas para este plan, quienes deben tener comunicación constante son:

- Coordinador de PDC (Coordinador de Operaciones)
- Director en Escena (Coordinador Seguridad y Salud)

b) Sistema de Comunicaciones en la Atención a la Emergencia

Una vez se active el sistema de alarma (que debe ser implementado en la planta), todos los radios involucrados dentro del Plan de Emergencia, deberán ubicarse en la frecuencia establecida para la atención de emergencias mayores.

Debe existir silencio general en los radios a partir del momento en que suene la sirena y el Sistema quedará a disposición del Coordinador del Plan y el Director en Escena.

Todos los demás radios permanecerán en su frecuencia a la espera de instrucciones, en escucha permanente.

c) Recomendaciones Generales para el Uso de Radios

Durante las emergencias:

- Permanezca en el canal que le corresponda de acuerdo con su responsabilidad dentro del plan.
- Sólo comuníquese por radio cuando sea estrictamente necesario.
- Cuando hable use el tono normal de voz, no grite, ni hable apresuradamente, para que se le entienda el mensaje.
- No repita las instrucciones, salvo que se lo soliciten.
- Cada 20-25 segundos haga pausas para garantizar la salida continua de su voz, de otra manera se perderá la comunicación.
- No interrumpa la comunicación de otros, espere que el tráfico termine para intervenir.
- Identifíquese con nombre completo, si es necesario.

- La prioridad en las comunicaciones durante la emergencia es entre el Coordinador del PMU y el Director en Escena..

Atención a los medios de comunicación

La atención a los medios de comunicación durante una emergencia en la planta, será coordinada y desarrollada únicamente en las oficinas de la PLANTA PROCESADORA DE CEMENTO por el Gerente o quien la empresa designe para suministrar a las autoridades locales y a la comunidad en general, la información correspondiente al avance del evento, las responsabilidades en la atención a la emergencia, y en la prevención de posibles afectaciones, de acuerdo con lo establecido en el PNC.

9.2.3 Plan Operativo

Una vez se presenta la emergencia, el Plan Operativo lo constituye el conjunto de acciones y decisiones reactivas, para afrontar adecuada y eficazmente una emergencia, según los recursos disponibles. Este plan debe ser complementado y revisado periódicamente (mínimo 1 vez por año) en las etapas de implementación, seguimiento, ajuste y divulgación.

En el Plan Operativo se reconoce una respuesta escalonada, para 3 niveles generales de activación acorde con la establecida por el Sistema Nacional para la Atención y Prevención de Desastres (SNPAD), según lo establecido en el Plan Estratégico diseñado para la operación de la planta.

Los objetivos y alcances del plan se presentan en la Tabla 9-16:

Tabla 9-16. Objetivos y alcances del plan operativo

Objetivos	Alcances
• Establecer claramente las líneas de activación y notificación cuando se presente una emergencia en la planta procesadora de cemento. • Dar a conocer la estructura de respuesta para atender eficazmente una emergencia. • Definir los niveles de responsabilidad y funciones en la respuesta ante una emergencia presentada. • Motivar el uso de formatos para el seguimiento y control de la	• Proporcionar los reportes para la notificación de las emergencias. • Indicar los flujos de las líneas de activación y notificación. • Establecer las líneas de acción y procedimientos operativos para dar respuesta a las emergencias presentadas en las instalaciones de la planta y en general en las actividades de producción de cemento. • Proporcionar un esquema básico de atención de la emergencia para su

Objetivos	Alcances
emergencia.	reproducción durante la emergencia

Procesos Iniciales

La aplicación del componente operativo/reactivo del plan de contingencia debe cumplir procesos iniciales relacionados con la activación del plan y la notificación de la emergencia. La activación es una etapa básica para la identificación de la emergencia y desencadenar las reacciones de respuesta necesarias para atenderla.

Las líneas de activación tienen en cuenta los niveles de la emergencia, los diferentes entes locales y regionales que se vean involucrados en la emergencia según sea el nivel y las estrategias de comunicación entre los entes involucrados.

1. Líneas de Activación de la Atención a la Emergencia.

Básicamente se trata de la primera llamada de alerta para activar la movilización de recursos para la respuesta ante la emergencia. La activación se realiza normalmente por vía telefónica o por los radios con que cuenta el personal operativo de la planta.

Recibida la llamada se definen las rutas de aviso para la respuesta de la emergencia según el nivel de la misma. Las líneas de notificación tienen en cuenta:

- Los niveles de la emergencia.
- Las diferentes entidades locales y regionales que deben ser informados oficialmente sobre la ocurrencia de la emergencia.
- Las estrategias de comunicación de información.
- Formatos de notificación preestablecidos.

2. Esquema Básico de la Atención a la Emergencia

El Puesto de Mando Unificado (PMU) que se localiza en las oficinas de la planta, es el sitio donde sólo una persona, será la encargada de tomar decisiones y dar las órdenes a las brigadas.

El PMU lo constituye el Coordinador de la Emergencia (Coordinador de Operaciones), desde el cual se dan las órdenes a los diferentes Grupos de Emergencia: de recolección del derrame de combustibles o materia prima, salvamento, búsqueda, evacuación, rescate, contraincendios y seguridad.

Su conformación varía de acuerdo con el nivel y tipo de la emergencia tal como se muestra en los esquemas de respuesta presentados en la siguiente sección. El PMU deberá tener un distintivo o señalamiento básico, sencillo y fácilmente identificable.

Dentro de sus funciones se encuentran:

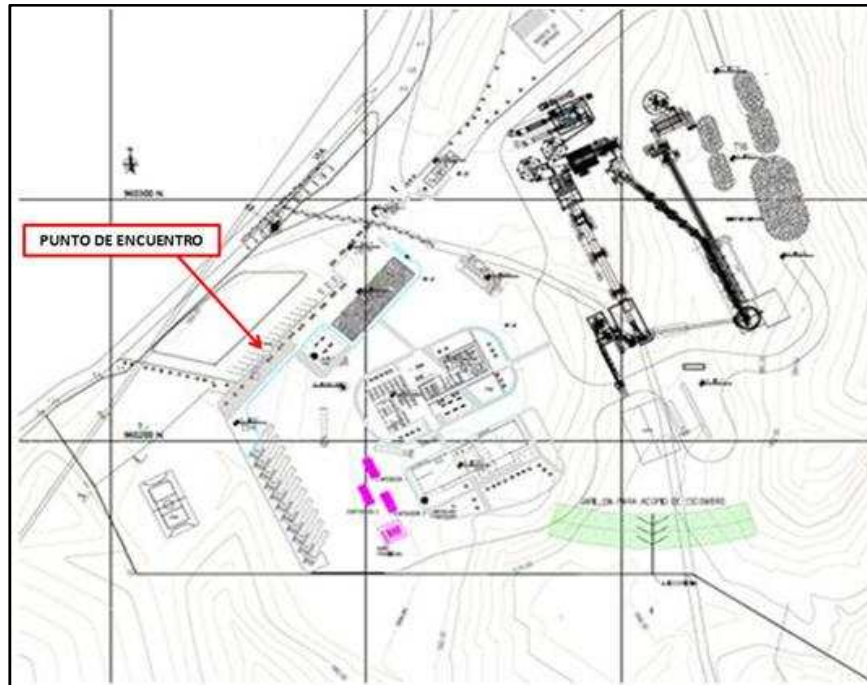
- Llevar una bitácora de la emergencia (puede designar un secretario).
- Coordinación operativa de aislamiento y seguridad.
- Registros de evaluación de daños.
- Designar un delegado para la atención a los medios de comunicación.
- Coordinar el aprovisionamiento de recursos para los Grupos de Emergencia.
- Registro de heridos y remitidos a centros de salud, mediante constante comunicación.
- Mantener constante comunicación con los Grupos de Emergencia, para conocer sus necesidades, satisfacerlas y dar las órdenes de acuerdo con la evolución de la emergencia.
- Establecimiento de las rutas y coordinación de los procedimientos de evacuación.

Punto de Encuentro (PE)

Sitio fuera de la zona de atención, donde se reunirán inicialmente todas las entidades con sus recursos que han sido convocadas a la atención de la emergencia, para coordinar la entrada a la zona, el establecimiento del PMU y recibir información sobre la evaluación preliminar del área de impacto. Se puede localizar en el parqueadero de la zona de oficinas de la planta (Figura 9-7).

Los grupos de avanzada son responsables por la atención física en el área de impacto, realizando labores básicas de control de derrames de combustibles, salvamento y rescate, extinción y control de incendios, primeros auxilios. El número de Grupos de Avanzada, el tamaño y los recursos necesarios para su funcionamiento dependen del tipo y carácter de la emergencia.

Figura 9-7. Punto de encuentro



Módulo de Estabilización y Clasificación de Heridos (MEC)

Lugar ubicado en un área apropiada donde se encuentran los recursos médicos y paramédicos mejor capacitados y con posibilidades de brindar una clasificación adecuada a los lesionados, y atención especializada de estabilización de heridos.

Las principales funciones del MEC son:

- Proporcionar asistencia médica calificada, por orden de prioridades a los lesionados provenientes del área de impacto.
- Realizar estabilización avanzada de los lesionados en el menor tiempo posible.
- Reevaluar la prioridad determinada en el área de impacto por medio de triage prehospitalario y el nivel de atención que requieren los lesionados, y remitirlos de acuerdo con esto y con los medios de transporte disponibles.
- Mantener comunicación constante con el PMU.
- Coordinar con los Grupos de Avanzada y puestos de relevo a su cargo, las acciones necesarias para el manejo adecuado de los lesionados, de acuerdo con las determinaciones del PMU.

Desarrollo del Esquema de Respuesta

El esquema debe desarrollarse en la siguiente forma.

- Una delimitación externa conformada, marcada, atendida y garantizada por el Ejército Nacional en el denominado segundo anillo de seguridad, que se puede establecer en la entrada desde la vía principal.
- Delimitación del Área de Impacto o de desastre, equivalente al primer anillo de seguridad garantizada por la Policía Nacional y que puede encerrar a la zona de parqueaderos y a las oficinas donde se localiza el Puesto de Mando Unificado.
- El módulo de Estabilización y Clasificación (MEC), debe ser tal que permita la atención “tranquila” y segura de las Brigadas de Salud y debe estar muy cerca de la ruta asignada como salida.

El punto de encuentro (PE), se localiza muy cerca de la ruta asignada como entrada permitida al arribo y encuentro de todas las unidades de apoyo (Bomberos, Salud, Defensa Civil, contratistas). Por lo tanto debe gozar de buena área para circulación de vehículos y por supuesto no debe coincidir con rutas de salida o evacuación. En este punto se recibe la primera información del PMU sobre el estado de la emergencia y cómo debe ingresar el personal y cual debe ser la actuación.

Las rutas de circulación requieren de condiciones según sea vehículos livianos o pesados, motos, personas o grupos de personas.

3. Esquemas de Respuesta

Considerando el hecho de que la respuesta a emergencias se activa de manera escalonada, conforme al tipo y magnitud de la emergencia presentado en el esquema de organización (Figura 9-2), para las emergencias catalogadas como de nivel 1, no se activa el plan de contingencia, solamente para las emergencias grado 2 en adelante, que corresponden con niveles del PNC.

Según el grado de las emergencias, se activa el plan de la siguiente manera:

- **Grado 1.** Se solicita ayuda al CLOPAD del municipio de San Luis.
- **Grado 3.** Se solicita ayuda al CREPAD del Tolima y el Comité de Ayuda Mutua que se haya acordado con empresas de la zona.
- **Grado 2.** Se activa el PLAN NACIONAL DE CONTINGENCIA.

Líneas de acción

El plan de acción es la herramienta gráfica que permite al responsable de la respuesta, orientar la toma de decisiones en cuanto a qué hacer para llevar a cabo el control de la emergencia. La construcción de líneas de acción debe cumplir las siguientes condiciones:

- Iniciar en un evento contemplado en el análisis/evaluación del riesgo.
- Establecer una línea concreta y clara de acciones de respuesta.
- Concatenar adecuadamente las acciones que se plantean para la respuesta ante la emergencia. Es decir, cada acción de respuesta debe tener relación con la precedente, de manera tal que existe coherencia.
- Indicar cuándo termina la línea de acción o si ésta dirige hacia una nueva línea de acción, en caso de que se involucre otro escenario de evento amenazante.
- Indicar claramente los momentos en los que es necesario establecer hechos, escenarios y/o situaciones para tomar decisiones de tipo mutuamente excluyente.
- Verificar en la realidad o mediante simulacros que la línea de acción se ajusta a la respuesta que se plantea.

A continuación se presentan las líneas de acción que se deben seguir para afrontar una emergencia en las instalaciones del proyecto:

- Línea general de acciones de respuesta (Figura 9-8).
- Línea general de acciones iniciales de control (Figura 9-9)
- Línea general de acciones finales de control (Figura 9-10)

Figura 9-8. Línea general de acciones de respuesta

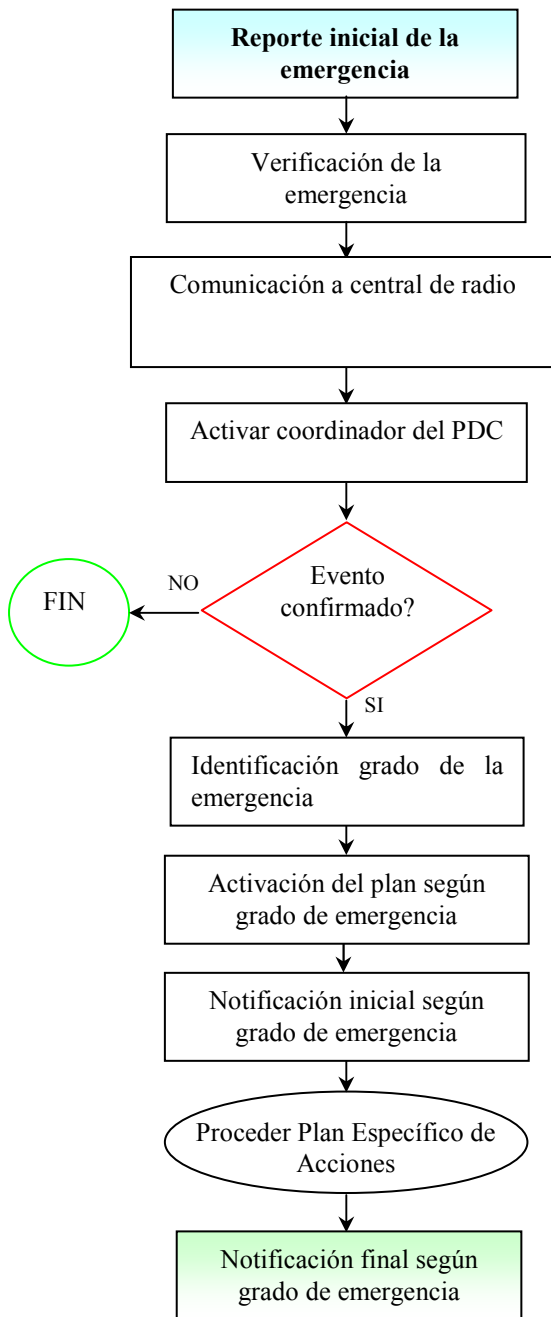


Figura 9-9. Línea general de acciones iniciales de control

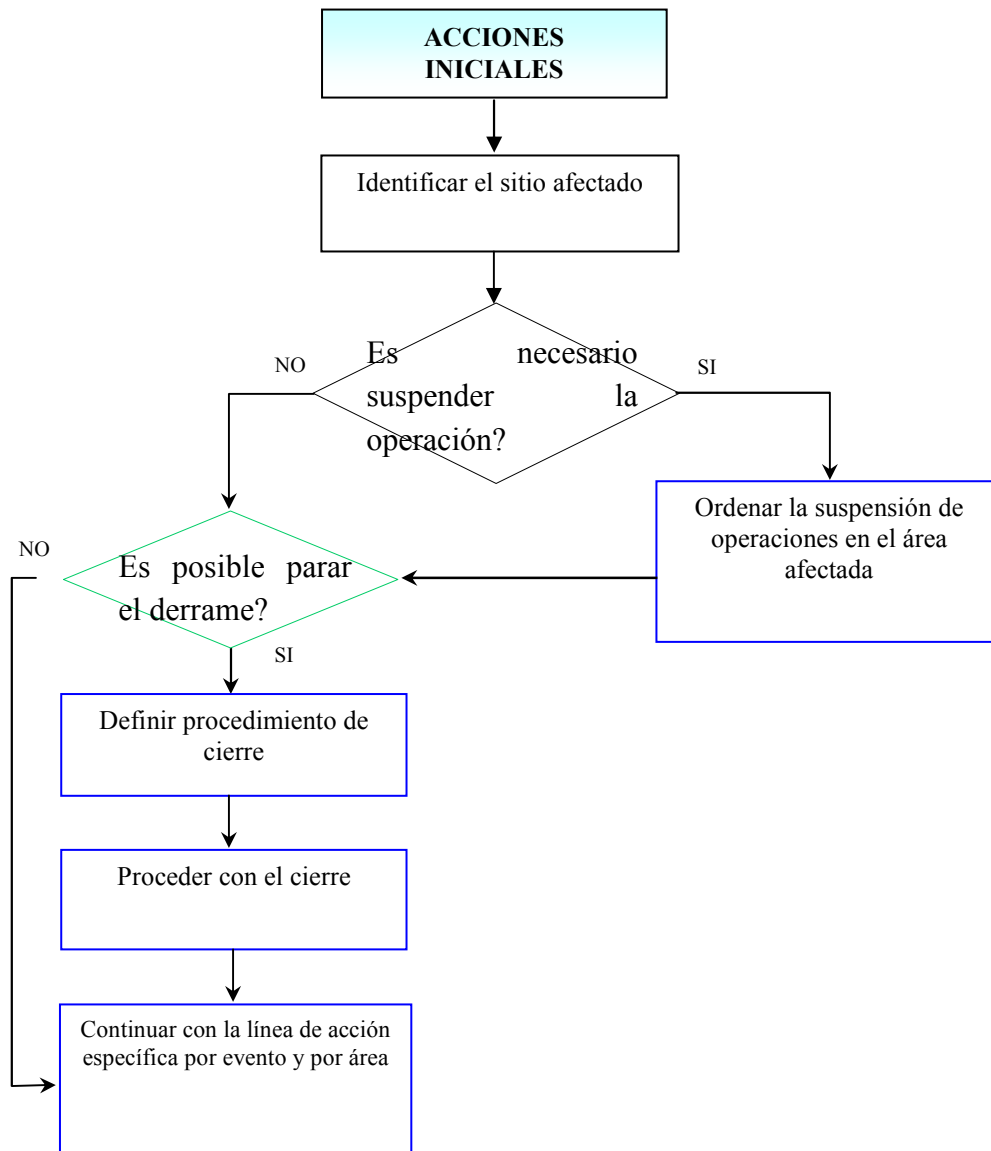
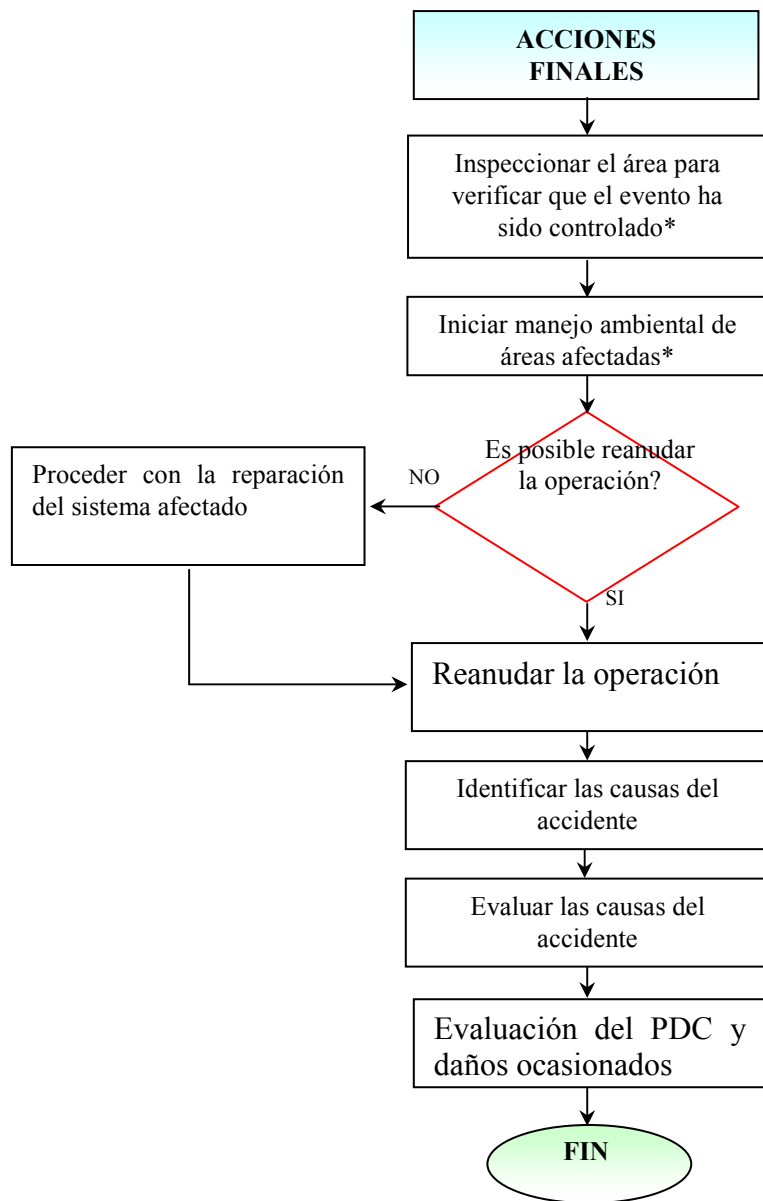


Figura 9-10. Línea general de acciones finales de control



Manejo de Crisis

Una crisis es una situación o una secuencia de eventos que:

- Difiere sustancialmente de una situación de emergencia (esperada).
- Se presenta repentina e inesperadamente.
- Impacta gran parte de los recursos.
- Involucra serios riesgos potenciales.
- Demanda grandes esfuerzos en la coordinación de múltiples recursos.

Por manejo de crisis se entiende un proceso sistemático y metódico, orientado a prevenir o reducir el IMPACTO de una crisis, sobre las vidas, bienes y recursos e infraestructura de una empresa o de una ciudad. En otras palabras en el manejo de riesgos se orientan las actividades en las etapas previas al accidente, bien sean de prevención o protección y en el manejo de crisis las actividades se centran en la reducción de las pérdidas.

- Proceso Sugerido para el Manejo de Crisis.

Se sugiere un modelo de 5 pasos, con el que se asegura que la toma de decisiones durante la crisis apunte de la forma más rápida, eficaz y eficiente a la solución de la misma, cuando la situación “se sale de las manos” y cuando el plan de contingencia diseñado no fue efectivo:

- Paso 1. Planeación: Es la descripción precisa, escrita y concisa (no debe abarcar más de 3 renglones) de la solución a la crisis.
- Paso 2. Recolección de la información inicial: Consiste en el levantamiento de la información relevante de la emergencia que permite obtener la mejor visión de esta.
- Paso 3. Valoración de la Situación: Etapa de gran importancia en la solución de la crisis, donde se realiza la evaluación del incidente, se analiza su evolución y se determina la alternativa a aplicar.
- Paso 4. Tener un modelo de decisión. La decisión general es una descripción sencilla, breve y fácil de entender, que define “que hacer”.
- Paso 5. Desarrollo de la decisión tomada. Una vez definido “QUE HACER”, se debe establecer “COMO SE VA A HACER”: Establecimiento y asignación de las tareas a ser desarrolladas por las diferentes unidades y estimación de tiempos para el desarrollo de las tareas.

La evaluación en detalle contemplará especialmente órdenes, que tiene que ser clara y debe definir:

- Qué hacer.
- Quién debe hacerlo.

- Qué recursos deben usar.

Seguimiento y control de la emergencia

Una vez la respuesta a la emergencia ha sido activada y las acciones de control están en ejecución, es necesario establecer un adecuado proceso de seguimiento y control de la emergencia, que permita disponer del recuento detallado de las acciones que se emprendieron y se están ejecutando.

Este recuento facilita la reconstrucción de los hechos, con destino a alimentar los informes periódicos y final de la emergencia, así como otros procesos tales como evaluación del PDC, reclamaciones, trámite de seguros, estadísticas, etc.

El seguimiento y control de la emergencia, se consigue a través de formatos preestablecidos, que deben estar disponibles en suficiente cantidad en las instalaciones operativas.

Seguimiento y Control de la Emergencia

Bitácora de la Emergencia.

La bitácora de la emergencia es un formato que permite organizar de una manera cronológica los eventos que suceden durante la atención de una emergencia, llevando el reporte diario de todas las actividades de control y atención de la emergencia. Además sirve como base para la elaboración de informes oficiales para investigaciones civiles y de seguros y facilitan la elaboración de reportes de avance, comunicados de prensa.

La bitácora de la emergencia debe cubrir todos los momentos de la emergencia que impliquen toma de decisiones, órdenes, instrucciones dadas, comunicaciones registradas y observaciones que requieran ser documentadas.

El Coordinador del plan de contingencia es decir el Coordinador de Operaciones de la planta, es el responsable de llevar la bitácora, para lo cual puede delegar esta función en un Radio Operador, Operador, Supervisor o cualquier otro miembro de su equipo de trabajo. La bitácora debe contener lo siguiente:

- Fecha y hora del incidente: datos precisos de la fecha y la hora en que fue reportado el incidente.
- Tipo de incidente: especificar el tipo de incidente que se presentó (incendio, explosión, derrame, etc).
- Fecha y hora del primer reporte: datos precisos de la fecha y hora del primer reporte que se hace sobre el incidente. Coincide con la primera anotación que se hace en la columna de “HORA” en el área dispuesta para anotaciones.

- Fecha y hora del último reporte: datos precisos de la fecha y hora del último reporte de la página actual. Coincide con la última anotación que se hace en la columna de “HORA” en el área dispuesta para anotaciones.
- Hora: dato preciso de la hora en la que se hace una anotación.
- Relate acciones, instrucciones y observaciones: se escribe en este espacio los eventos correspondientes a las acciones, instrucciones y observaciones de atención de la emergencia que deben quedar documentadas, en el orden cronológico que corresponda, según la hora en que se reporta.
- Elaborado por: nombre y firma de la persona que llenó físicamente el Formato de bitácora.
- Recibido por: nombre y firma de la persona que recibe y valida el Formato de bitácora lleno.
- Continúa: especificar si la bitácora continúa en una siguiente página. En ese caso, se marca la casilla para indicarlo y se tiene en cuenta para la numeración en la parte superior (página N° ____ de ____).

Órdenes y Control de la Emergencia.

Facilitar el control del movimiento, acciones y actividades de los miembros de las Brigadas de Respuesta antes, durante y después de la atención de una emergencia.

El Formato de órdenes y control de la emergencia se aplica a todas las actividades que se realizan durante la emergencia que involucren la intervención de las unidades miembros de las Brigadas de Respuesta.

El responsable de llenar este formato es quien actúa como Coordinador del plan de contingencia. También puede delegar el llenado del Formato a su conveniencia. Debe contener lo siguiente:

- Fecha y hora del incidente: datos precisos de la fecha y la hora en que fue reportado el incidente.
- Tipo de incidente: especificar el tipo de incidente que se presentó (incendio, explosión, derrame, etc).
- Localización: ubicación geográfica y descriptiva precisa del incidente.
- Coordinador de la emergencia: nombre del Coordinador responsable de la atención de la emergencia.
- Identificación de la unidad: descripción muy breve del componente de la Brigada de Respuesta que interviene en una acción o que cumple una misión dada. Se sugiere que se asignen códigos a los miembros de la Brigada que facilite su identificación. Ejm: un carro de bomberos, un equipo de rescate (personas y materiales), etc.
- Posición: ubicación precisa de la unidad de la Brigada. Se refiere a la dirección física en donde se encuentra en el momento (antes, durante o después de la emergencia).
- Orden o misión: labor que está cumpliendo la unidad de la Brigada.

- Tiempo de inicio de orden o misión: hora precisa en que la unidad de Brigada inicia la labor encomendada.
- Estimado de finalización de orden o misión: tiempo estimado (en horas o minutos) que tomará a la unidad de Brigada cumplir la orden o misión encomendada.
- Observaciones: notas generales relevantes que deban ser documentadas.
- Continúa: especificar si la bitácora continúa en una siguiente página. En ese caso, se marca la casilla para indicarlo y se tiene en cuenta para la numeración en la parte superior (página N° ____ de ____).

Capacitación para el manejo de emergencias

Siendo las estrategias preventivas muy importantes para evitar las emergencias o para disminuir las afectaciones, la capacitación es fundamental, tal como se planteó en el análisis de riesgos y por lo tanto se proponen los módulos presentados en la Tabla 9-17, la

Tabla 9-18, la Tabla 9-19, la Tabla 9-20 y la Tabla 9-21:

Tabla 9-17. Capacitación para emergencias

GRUPO: Brigadas contra incendio (Brigada de emergencias)			
Personas por área:		Personas por Departamento:	Total personas:
INTENSIDAD:		METODOLOGIA: Teoría () Práctica ()	
LUGAR DE REALIZACION:			
PROPOSITO DEL CURSO: Proporcionar a los integrantes de la brigada los conocimientos, criterios y destrezas necesarias para el control de los incendios que pueden presentarse en la operación de la planta.			
PERFIL DEL PARTICIPANTE: ♦ Buenas condiciones físicas. ♦ Excelentes condiciones morales. ♦ Voluntad, mística y espíritu de colaboración.			
CONTENIDO DEL PROGRAMA: – Políticas de Seguridad de la planta. – Comportamiento de los incendios en gases, líquidos y estructuras. – Riesgos asociados con el combate de incendios. – Combate de incendios con equipos manuales. – Combate de incendios con equipos fijos de agua. – Combate de incendios con equipos fijos de espuma. – Primeros auxilios médicos. – Técnicas básicas para el rescate de personas. – Salvamento de bienes durante emergencias.			
REQUERIMIENTOS LOGISTICOS: – Equipo de espuma. – Suministro de agua. – Concentrado de espuma. – Mangueras y boquilla. – Combustible. – Terreno para prácticas. – Proyector de acetatos. – Videgrabadora y televisor.			
FECHAS POSIBLES:			
OBSERVACIONES:			
NUMERO DE CURSOS:	PERSONAS POR CURSO:	TOTAL HORAS:	

Tabla 9-18. Capacitaciones para la los coordinadores de evacuación

GRUPO: Coordinadores de evacuación. (Brigada de emergencias)			
Personas por área:	Personas Departamento:	por	Total personas:
INTENSIDAD:	METODOLOGIA: Teoría () Práctica ()		
LUGAR DE REALIZACION:			
PROPOSITO DEL CURSO: Proporcionar a los participantes los conocimientos y criterios que les permita colaborar en los procesos de evacuación de las instalaciones de la planta.			
PERFIL DEL PARTICIPANTE: – Estabilidad emocional. – Máxima permanencia. – No pertenecer a otros grupos de emergencia.			
CONTENIDO DEL PROGRAMA: – Políticas institucionales sobre seguridad. – Comportamiento de las personas en emergencias. – Riesgos a las personas asociados a las operaciones de la planta procesadora de cemento. – Técnicas de orientación y movilización en situaciones anormales. – Identificación de señales de evacuación. – Procedimientos de evacuación de las instalaciones. – Sitios de reunión final. – Rutas de salida asignadas. – Funciones y responsabilidades de los coordinadores. – Elaboración de informes post-evacuación.			
REQUERIMIENTOS LOGISTICOS: – Proyector de acetatos. – Videgrabadora y televisor.			
FECHAS POSIBLES:			
OBSERVACIONES:			
NUMERO DE CURSOS:	PERSONAS POR CURSO:	TOTAL HORAS:	

Tabla 9-19. Capacitaciones para el comité local de San Luis

GRUPO: Comité operativo local CLOPAD de San Luis.			
Personas por área:		Personas por Entidad	Total personas:
INTENSIDAD:		METODOLOGÍA: Teoría () Práctica ()	
LUGAR DE REALIZACION:			
PROPOSITO DEL CURSO: Dar a conocer a los grupos externos de los cuales se espera ayuda en caso de emergencia, los conocimientos que les permita una respuesta oportuna, coordinada y eficaz.			
PERFIL DEL PARTICIPANTE: - Bomberos - Policía - Ejército - Cruz Roja - Comunidad			
CONTENIDO DEL PROGRAMA: - Políticas de Seguridad de la empresa. - Organización para emergencias en la planta. - Funciones esperadas del grupo - Recursos requeridos del grupo - Mecanismo de solicitud de ayuda - Mecanismos de coordinación			
REQUERIMIENTOS LOGISTICOS: - Sala de conferencias - Proyector de acetatos. - Videgrabadora y televisor.			
FECHAS POSIBLES:			
OBSERVACIONES:			
NUMERO CURSOS:	DE	PERSONAS CURSO:	POR TOTAL HORAS:

Tabla 9-20. Capacitaciones para la brigada de primeros auxilios

GRUPO: Primeros auxilios.			
Personas por área:		Personas por Entidad	
		Total personas:	
INTENSIDAD:		METODOLOGIA: Teoría () Práctica ()	
LUGAR DE REALIZACION:			
PROPOSITO DEL CURSO: Dotar a los participantes de los conocimientos, criterios y destrezas que les permita proporcionar primeros auxilios, mientras se suministra atención especializada en caso de un siniestro en la planta.			
PERFIL DEL PARTICIPANTE: - Estabilidad emocional - Máxima permanencia en las instalaciones - Voluntad, mística y espíritu de colaboración.			
CONTENIDO DEL PROGRAMA: - Políticas de Seguridad de la empres. - Clínicas, Centros de Salud y Especialistas en la zona. - Signos vitales - Resucitación cardiopulmonar - Vendajes e inmovilizaciones - Control de hemorragias - Primeros auxilios a quemados - Asfixias y shock - Transporte de lesionados			
REQUERIMIENTOS LOGISTICOS: - Terreno para prácticas. - Proyector de acetatos. - Videgrabadora y televisor. - Botiquín - Camilla - Férula y vendas - Maniquí			
FECHAS POSIBLES:			
OBSERVACIONES:			
NUMERO DE CURSOS:	PERSONAS POR CURSO:	TOTAL HORAS:	

Tabla 9-21. Capacitaciones para el personal de operación

GRUPO: Personal de operación			
Personas por área:		Personas de la empresa	Total personas:
INTENSIDAD:		METODOLOGIA: Teoría () Práctica ()	
LUGAR DE REALIZACION:			
PROPOSITO DEL CURSO: Proporcionar a los integrantes de la coordinación y de la Brigada De Emergencias los conocimientos y destrezas que les permita reaccionar oportunamente y realizar acciones de control primario en caso de emergencias			
PERFIL DEL PARTICIPANTE: – Todo el personal de la planta que opera en las actividades de producción de cemento.			
CONTENIDO DEL PROGRAMA: – Políticas de Seguridad de la empresa. – Riesgos asociados a los derrames. – Recolección de combustibles en mar. – Recolección de carbón en mar. – Recolección en playa. – Procedimientos de alerta.			
REQUERIMIENTOS LOGISTICOS: – Barreras. – Desnatadores – Terreno para prácticas. – Proyector de acetatos. – Videgrabadora y televisor.			
FECHAS POSIBLES:			
OBSERVACIONES:			
NUMERO DE CURSOS:	DE	PERSONAS POR CURSO:	TOTAL HORAS:

10 PLAN DE ABANDONO Y RESTAURACIÓN

Las instalaciones tendrán una vida útil estimada de 30 años.

Con el fin de programar el cierre de las instalaciones se realizará una evaluación económica y ambiental para planificar el desmantelamiento, su destino y el manejo ambiental de las diferentes actividades. Lo anterior se basará en un diagnóstico general del estado de la planta y de su Área de Influencia Directa (incluyendo su vía de acceso).

En particular, se identificarán:

- Sectores críticos por la dificultad de las actividades a realizar o su mayor impacto sobre el medio, por lo que se establecerá una Zonificación de Manejo Ambiental.
- Los equipos y elementos susceptibles de ser reutilizados en otras instalaciones, para ser vendidos o donados.
- Áreas idóneas para la instalación de campamentos.
- Áreas idóneas para la instalación de sitios de acopio temporal de residuos peligrosos y no peligrosos.

Antes de iniciar la fase de desmantelamiento, se identificarán proveedores de servicio de aprovechamiento y/o disposición final, con capacidad para recibir las cantidades de materiales y escombros a ser generados.

En este momento, se realizarán los últimos monitoreos de calidad del medio ambiente, de acuerdo con lo establecido en el Plan de Seguimiento y Monitoreo.

Se informará a las autoridades competentes y a las comunidades del Área de Influencia de la planta de las razones por las cuáles se desmantelarán las instalaciones, así como los impactos ambientales de la obra y el cronograma de trabajo previsto para esta fase.

Se aplicarán los criterios de las fichas del Plan de Manejo Ambiental de la fase de construcción o de operación según está señalado en las mismas, aunque se deberán actualizar y volver más específicas cuándo la planta entre a su fase de desmantelamiento, teniendo en cuenta el estado de las instalaciones en este momento, el estado del medio ambiente y la nueva realidad socioeconómica del entorno del Proyecto. Lo anterior permitirá, en particular, establecer las medidas pertinentes de gestión social dirigidas a los empleados y contratistas de la planta y las estrategias de comunicación hacia la comunidad ubicada en el área de influencia directa del proyecto.

11 PLAN DE INVERSIÓN DEL 1%

Conforme a lo establecido por el parágrafo del Artículo 43 de la Ley 99 de 1993, Cementos Colombianos S.A.S-CEMCOLSA, al solicitar una concesión de aguas superficiales en el río Luisa, *“deberá destinar no menos de un 1% del total de la inversión para la recuperación, preservación y vigilancia de la cuenca hidrográficas que alimenta la respectiva fuente hídrica. El propietario del proyecto deberá invertir este 1% en las obras y acciones de recuperación, preservación y conservación de la cuenca que se determinen en la licencia ambiental del proyecto”*, en este caso en la cuenca del río Luisa.

La Ley 812 de 2003, modificó el parágrafo del artículo 43 de la ley 99 de 1993, en el sentido de *“establecer que los recursos provenientes de la aplicación del artículo 43 de la Ley 99 de 1993, se destinarán a la protección y recuperación del recurso hídrico de conformidad con el respectivo Plan de Ordenamiento y manejo de la cuenca”*.

Por su parte, el Decreto 1900 de 2006, al reglamentar el parágrafo del Artículo 43 de la Ley 99 de 1993, define, entre otros temas, las inversiones a tener en cuenta para el cálculo de la inversión del 1% (Art. 3°):

- a) *“Adquisición de terrenos e inmuebles;*
- b) *Obras civiles;*
- c) *Adquisición y alquiler de maquinaria y equipo utilizado en las obras civiles;*
- d) *Constitución de servidumbres.”*

Después de realizar un primer acercamiento a CORTOLIMA para conocer de primera mano las estrategias y prioridades de protección y recuperación de la cuenca del río Luisa y la revisión de los posibles destinos del Plan de Inversión del 1% (Decreto 1900 de 2006, Art. 5°), Cementos Colombianos S.A.S-CEMCOLSA establecerá las posibles líneas de acción que sean pertinentes para impulsar su Plan de Inversión del 1%.

En esta etapa del Proyecto, el cálculo de los recursos a ser destinados al Plan de Inversión del 1% es demasiado preliminar para formalizar compromisos con la Autoridad Ambiental, por lo que el Plan se presentará ante CORTOLIMA en el momento oportuno, para ser ejecutado conforme a los plazos establecidos por el Decreto 1900 de 2006.

12 BIBLIOGRAFÍA

Buckup P. 2004. Introducao a Sistemátca de Peixes Neotropicales: chaves de identificacao. Volumen II. Rio de Janeiro. Universidade Federal. 46 p.

Burgess W. 1989. An Atlas of Freshwater and Marine Catfishes. A Preliminary Survey of the Siluriformes. T.F.H. Publications, Inc. U.S.A.

Etter A. 1998. Mapa de ecosistemas de Colombia. IAVH Escala 1:1'500.000. En: M.E. Chaves y N. Arango, editores. Informe Nacional sobre el estado de la biodiversidad. Colombia 1997. Tomo 1. Diversidad biológica. Instituto Humboldt, PNUMA, Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá D.C. Colombia.

Galvis G, Mojica J y Camargo M. 1997. Peces del Catatumbo. Santafé de Bogotá, D' Vinni Editorial Ltda, 118 p.

Gutiérrez F, Valderrama M, Franco CL. 1998. Diversidad íctica y recursos hidrobiológicos. En: Chaves-S ME, Arango-V N (eds.). Diversidad biológica. Tomo I. Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad. Villa de Leyva, Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 366-377p.

Instituto de Investigación e Información Geocientífica Minero Ambiental y Nuclear. Análisis de la dispersión geoquímica de metales traza en la cuenca del río Saldaña (Tolima). Bogotá: INGEOMINAS. 2000. p.9-34.

Jiménez Cisneros, Blanca E. La contaminación ambiental en México: Causas, efectos y tecnología apropiada. México: Limusa. Colegio de Ingenieros ambientales de México, Instituto de la Ingeniería de la UNAM, 2001. 2 P. ISBN 6042 – X

Kullander SO. 1998. A phylogeny and classification of the South American Cichlidae (Teleostei: Perciformes). En: L.R. Malabarba, R.E. Reis, R.P. Vari, Z.M. Lucena and C.A.S. Lucena (eds.) Phylogeny and classification of neotropical fishes. Porto Alegre, Edipucrs. 603 p.

Krebs CJ. 1989. Ecological Methodology. University of British Columbia. New York. 654 p.

Lasso A. 1992. Composición y aspectos ecológicos de la ictiofauna del bajo río Suapure, serranía de los Pijiguaos. En: Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle. L II Venezuela. 138: 5-56.

Liem KF, Bemis WE, Walker Jr WF y Grande L. 2001. Functional Anatomy of the Vertebrates. An Evolutionary Perspective. Tercera Edición. Thomson. Belmont. 703 p.

Lowe-McConnell RH 1975. Ecological studies in tropical fish communities. First edition. Editorial: Cambridge University Press, New York, United States, 337 p.

Magurran AE. Diversidad ecológica y su medición. Editorial Vedral, España. 1989.

Magurran AE. Measuring biological diversity. Oxford: Blackwell Science. 2004.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Guía minero ambiental de la industria del cemento. 2003

Mojica JI. 1999. Lista preliminar de las especies de peces dulceacuícolas de Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 23: 547-566p.

Mojica C, Castellanos S, Usma S y Álvarez R. 2002. Libro Rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. La serie Libro Rojo de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá. Colombia. 288 p.

Moreno C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M & T Manuales y Tesis SEA Vol. 1. Zaragoza, 84p.

Moyle P y Zech J. 1988. Fishes An Introduction to Ichthyology, Second Edition. Prentice Hall. New York. 494 p.

Moyle P y Zech J. 2004. Fishes: An Introduction to Ichthyology. Fifth Edition. Prentice Hall. New York. 175-179 p.

Nelson JS. Fishes of the World. 2006. Cuarta Edición. John Wiley & sons, Inc. Nueva Jersey. 601 p.

Parker TJ y Haswell WA. 1991. Zoología de cordados. Editorial Reverté. Barcelona. 981 p.

Pineda-Santis H. 2004. Contribución a la relación taxonómica entre cuatro especies de peces de la familia Characidae mediante el Polimorfismo de ADN Amplificado al azar (RAPD). En: Rev. Col. Cienc. Pec. Vol. 17.30-37 p.

Ramirez González, Alberto y Viña Vizcaíno, Gerardo. Limnología Colombiana: Aportes a su conocimiento y estadística de análisis. 1 ed. S.L.: Panamericana, Escuela Colombiana de Ingeniería 1998. 12 P. ISBN 958-9029-06-X

Ramirez, Alberto; Restrepo, Ricardo y Viña, Gerardo. Índices de Contaminación para caracterización de aguas continentales: Formulación y aplicación. Ciencia, Tecnología y Futuro. Vol. 1 No. 3 (Dic. 1997); p. 135 – 153

Romero Rojas, Jairo Alberto. Calidad de agua: Análisis físico del agua. 1 ed. S.L.: Nomos, 2002. 84 P. ISBN 958-8060-32-X

Shannon CE y Weaver W. 1949. The mathematical theory of communication. Urbana Univ. Illinois Press. 117p.

Taphorn D. 1992. The Characiform Fishes of the Apure River Drainage, Venezuela. Biollania, ed especial-Nº4.

Villa Navarro FA, García Melo L, Herrada-Yara M y Lozano Zarate. 2007. En: Reinoso-Flórez, G., Villa-Navarro, F.A., Esquivel, H; García Melo, J.E y Bejarano Delgado, M.A. Biodiversidad Faunística Y Florística de la Cuenca del río Totare Biodiversidad Regional Fase III. Grupo de Investigación en Zoología, Universidad del Tolima. Ibagué, Colombia. 403 p.

Winemiller KO, Agostinho AA, Caramaschi EP. 2008. Fish Ecology in Tropical Streams. En: Dudgeon D. (Ed). Tropical Stream Ecology. Elsevier. San Diego.

Anexo 1. Certificados de acreditación ante el IDEAM de ACS y Quimicontrol, datos y certificados de calibración de las estaciones de monitoreos de aire y hojas de análisis de laboratorio

Anexo 2. Certificados de calibración y planilla de campo del monitoreo de ruido ambiental

Anexo 3. Licencias ambientales de las concesiones mineras que suministrarán materiales al proyecto

Anexo 4. Planos

NUMERO	NOMBRE DEL PLANO	LEYENDA	OBSERVACIONES A TENER EN CUENTA
1	Localización	Vereda Caracolí en el municipio de San Luis (Tolima)	<i>Del EOT</i>
2	Geología	Formación Machín (Qm): Depósitos de origen fluviovolcánico originados por la actividad del volcán Machín. Formación Villeta (Ksv): Esta unidad litológica está formada por intercalaciones de shales negros, calizas micríticas y esparíticas y chert negro.	<i>Del EOT</i>
3	Geomorfología	Paisaje de colinas disectadas por arroyos intermitentes.	<i>Toda el área estaría cubierta por esta unidad.</i>
4	Clima – Precipitación	Isoyetas de precipitación en mm/año	<i>Del EOT</i>
5	Usos del suelo	Cobertura de pastos mejorados para ganadería semi-intensiva. Area de protección de la ronda del río Luisa.	<i>Toda el área estaría cubierta por la cobertura de pastos excepto 30 metros a lado y lado del río Luisa que corresponde al área de protección.</i>
6	Zonificación	Sensibilidad alta. Comprende aquellos ecosistemas que prestan servicios o funciones ambientales. Representan áreas de coberturas vegetales densas como los <i>Bosques de Galería</i> , y que por albergar la fauna silvestre, reviste una gran sensibilidad. Corresponde a la ronda protectora del río Luisa.	<i>Las áreas de sensibilidad alta son los 30 metros alrededor del río Luisa. La moderada es una zona que en el mapa topográfico tiene más alta pendiente.</i>

NUMERO	NOMBRE DEL PLANO	LEYENDA	OBSERVACIONES A TENER EN CUENTA
		Sensibilidad moderada. Para el área de Estudio son principalmente aquellas áreas de más alta pendiente, donde se pueden acitivar procesos erosivos y que por ser zonas ya alteradas en la zona presenta un grado de sensibilidad medio. Sensibilidad baja. Las áreas de sensibilidad baja son las más comunes dentro del Área de Estudio, siendo estas áreas las que se encuentran dominadas por <i>pastos mejorados</i>; por ende, presentan una baja sensibilidad a las posibles alteraciones que se ocasionen. Corresponde a la mayor parte del terreno donde se localiza la planta.	<i>El resto es sensibilidad baja.</i>