

**SOPORTE TÉCNICO COMO INGENIERO DE PETRÓLEOS EN LA
DESCRIPCIÓN DE PROYECTO DE LOS ESTUDIOS DE IMPACTO
AMBIENTAL, PLANES DE MANEJO AMBIENTAL Y PLANES DE
CONTINGENCIA REALIZADOS POR LA EMPRESA CONSULTORÍA Y MEDIO
AMBIENTE C&MA LTDA.**

DIEGO ARMANDO HERRERA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
BUCARAMANGA**

2012

**SOPORTE TÉCNICO COMO INGENIERO DE PETROLEOS EN LA
DESCRIPCIÓN DE PROYECTO DE LOS ESTUDIOS DE IMPACTO
AMBIENTAL, PLANES DE MANEJO AMBIENTAL Y PLANES DE
CONTINGENCIA REALIZADOS POR LA EMPRESA CONSULTORÍA Y MEDIO
AMBIENTE C&MA LTDA.**

**Trabajo de Grado en la Modalidad de Práctica Empresarial presentado como
requisito para optar al Título de Ingeniero de Petróleos**

DIEGO ARMANDO HERRERA

**Tutor UIS: Olga Patricia Ortiz Cancino
(Docente Universidad Industrial de Santander)**

**Tutor de la Empresa: Mónica Ivett Arenas Rojas
(Coordinadora de Proyectos C&MA LTDA)**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
BUCARAMANGA**

2012

DEDICATORIA

*A **Dios**, por permitirme alcanzar una meta más en mi vida; por ser cada día ese aliento que me promueve a seguir invirtiendo mi tiempo en lo que deseo y en lo que se según su buena, agradable y perfecta voluntad necesito y me conviene para el bien de mi vida, mi familia y todos los que me rodean.*

*A mi Mamá **Nancy Herrera Suán**, que con su esfuerzo, trabajo y dedicación me ha ayudado en la realización de esta meta importante en mi vida.*

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Industrial de Santander por su formación académica y personal.

A los Ingenieros Carlos Arenas y Harving Díaz por la oportunidad que me dieron de realizar la Práctica Empresarial en su empresa.

A las Ingenieras Mónica Arenas Rojas (Tutor Empresa) y Olga Patricia Ortiz Cancino (Tutor UIS) por su colaboración y orientación en la elaboración y revisión de los informes de avance.

A todo el equipo de Consultoría y Medio Ambiente – C&MA LTDA, por su orientación, asesoría, buenos consejos y apoyo incondicional durante el desarrollo de este proceso educativo.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	18
1 OBJETIVOS.....	20
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	20
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
2 MARCO REFERENCIAL	21
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	21
2.1.1 Historia.....	21
2.1.2 Misión.....	22
2.1.3 Visión	22
2.1.4 Valores Corporativos.....	22
2.1.5 Organigrama Administrativo y Técnico.....	24
2.1.6 Gestión Ambiental	25
2.1.7 Diagnóstico de la Empresa.....	27
3 MARCO LEGAL	29
3.1 GENERALIDADES	29
3.2 EXIGIBILIDAD DE LAS LICENCIAS AMBIENTALES.....	30
3.3 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA	34
3.3.1 Marco Legal Ambiental.....	34
3.3.2 Contenido de un EIA	35
3.4 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL - PMA	36
3.4.1 Contenido de un PMA	36
3.5 GRUPO DE TRABAJO	37
3.6 REVISIÓN DE INFORMACIÓN Y VERIFICACIÓN EN CAMPO	38

3.7	PLAN DE CONTINGENCIAS - PDC	38
3.7.1	Marco Legal.....	38
3.8	DESCRIPCIÓN DE PROYECTOS	40
4	GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES	42
4.1	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS ESTUDIOS AMBIENTALES	
	42	
4.1.1	Caracterización de la Línea Base.....	42
4.1.1.1	Medio Abiótico o Físico.....	43
4.1.1.2	Medio Biótico	50
4.1.1.3	Medio Socioeconómico.....	61
4.1.2	Zonificación Ambiental	62
4.1.3	Evaluación Ambiental.....	63
4.1.3.1	Identificación y Evaluación de Impactos	64
4.1.3.2	Evaluación Económica en el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental	65
4.1.3.2.1	Estrategia para Desarrollar el Análisis Económico	67
4.1.4	Zonificación de Manejo Ambiental.....	73
4.1.5	Plan de Manejo Ambiental	74
4.1.6	Programa de Monitoreo y Seguimiento	75
4.1.7	Plan de Contingencia	76
4.1.8	Plan de Abandono y Restauración	77
4.1.9	Plan de Inversión del 1%.....	77
4.2	PLANEACIÓN DEL PROYECTO.....	78
4.2.1	Administración de Proyectos Microsoft Project Profesional 2007.....	80
4.2.1.1	Planeación de un Proyecto con Microsoft Project.....	80

4.2.1.1.1	Especificación de la información del proyecto	81
4.2.1.1.2	Creación de las tareas del proyecto	82
4.2.1.1.3	Asignación de Tareas Repetitivas al Proyecto	85
4.2.1.1.4	Vinculación de Tareas	87
4.2.1.1.5	Propiedades de las actividades	90
4.2.1.1.6	Asignación de Recursos	93
4.2.1.1.7	Propiedades de los Recursos	95
4.2.1.1.8	Personalización de la Información	97
4.2.1.1.9	Análisis de los Recursos Asignados	100
4.2.1.1.10	Administración de Costos del Proyecto	102
4.2.1.1.11	Generación de Reportes	103
4.2.1.1.12	Seguimiento y Actualización de Proyectos	105
4.2.1.1.13	Impresión de los Reportes	106
4.3	REALIZACIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO	106
4.3.1	Seguimiento de las Labores en Campo	107
4.3.2	Retorno de la Comisión de Campo	108
4.4	FUENTES DE INFORMACIÓN	109
4.5	ELABORACIÓN DEL INFORME	114
4.5.1	Gestión de Información Primaria	114
4.5.2	Diseño de la Base Cartográfica	115
4.5.3	Elaboración del Documento	116
4.5.4	Revisión del Documento	116
4.5.5	Edición e Impresión del Borrador Final	117
4.5.6	Entrega al Cliente	118

4.5.7	Tratamiento de las Correcciones del Cliente.....	118
4.5.8	Edición e Impresión Final del Documento	118
4.5.9	Envío del Documento Final al Cliente	118
5	GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LA DESCRIPCIÓN DE PROYECTO ..	121
5.1	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CAPITULO DE DESCRIPCIÓN	
	121	
5.1.1	Localización.....	121
5.1.2	Características del Proyecto.....	121
5.1.2.1	Infraestructura Existente	122
5.1.2.2	Estrategias de Desarrollo.....	123
5.1.2.2.1	Vías de Acceso al Área y Locaciones	124
5.1.2.2.2	Perforación de Pozos	125
5.1.2.2.3	Trabajos en Pozos.....	126
5.1.2.2.4	Líneas de Flujo	126
5.1.2.2.5	Facilidades de Producción.....	127
5.1.2.3	Abandono y Restauración Final.....	128
5.2	TRABAJO DE CAMPO	129
5.3	ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO	131
5.3.1	Descripción de los Equipos, Maquinaria, Sistemas y Procesos de Perforación.	133
5.3.2	Descripción del Completamiento y las Pruebas de Producción.	159
5.3.3	Descripción de las Facilidades Tempranas de Producción.	162
5.3.4	Descripción de la construcción de las Líneas de Flujo.....	163
	CONCLUSIONES	173
	BIBLIOGRAFÍA.....	175

ANEXOS 179

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Fuente de Información Cartográfica.....	109
Tabla 2. Fuente de Información del Medio Abiótico.	109
Tabla 3. Fuente de Información Medio Biótico.....	111
Tabla 4. Fuente de Información Socioeconómica.	113
Tabla 5. Subsistemas Torre de Perforación.....	154
Tabla 6. Equipos a utilizar para la perforación de pozos.	155

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Procedimiento para la obtención de la Licencia Ambiental.....	33
Figura 2. Marco Legal Ambiental – EIA.	35
Figura 3. Referencias para la realización EIA, PMA y PDC.	41
Figura 4. Receptores y Valoración del Impacto.	69
Figura 5. Etapas del Análisis Costo Beneficio Ambiental.....	70
Figura 6. Esquema de la Planeación del Proyecto.	80
Figura 7. Esquema de la realización del Trabajo de Campo.....	108
Figura 8. Esquema de la Elaboración del Documento.	120
Figura 9. Esquema del Ciclo del Lodo de Perforación.	146
Figura 10. Transmisión de la Potencia Eléctrica en un Taladro de Perforación...	151
Figura 11. Cruces de los cuerpos de agua	165
Figura 12. Cruce por las Vías de Acceso.....	166
Figura 13. Adecuación del Derecho de Vía.....	168

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Información Preliminar para la Creación del Proyecto en Microsoft Project.....	82
Ilustración 2. Creación de las Tareas en Microsoft Project.	83
Ilustración 3. Definición de Tareas y Subtareas.....	84
Ilustración 4. Asignación y Especificación de las Tareas Repetitivas.	86
Ilustración 5. Visualización de Tareas Repetitivas.	87
Ilustración 6. Vinculación de las Tareas.....	88
Ilustración 7. Relación entre la Ejecución de las Tareas, Línea de Conexión.....	89
Ilustración 8. Relación entre la Ejecución de las Tareas, Tabla de Propiedades...	90
Ilustración 9. Tabla de Propiedades de las Tareas.	93
Ilustración 10. Asignación de Recursos Microsoft Project.....	95
Ilustración 11. Propiedades de los Recursos.....	96
Ilustración 12. Asignación de Filtros.	98
Ilustración 13. Creación de Nuevos Filtros.....	99
Ilustración 14. Tabla de Datos.	100
Ilustración 15. Generación de Reportes.....	104
Ilustración 16. Establecimiento de la Línea Base.....	105

LISTA DE ANEXOS

Anexo A 1. LISTA DE CHEQUEO PARA UN EIA EXPLOTACIÓN	180
Anexo A 2. LISTAS DE CHEQUEO PARA UN PMA PARA LA PERFORACION DE POZOS DE DESARROLLO	186

RESUMEN

TÍTULO: SOPORTE TÉCNICO COMO INGENIERO DE PETRÓLEOS EN LA DESCRIPCIÓN DE PROYECTO DE LOS ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL, PLANES DE MANEJO AMBIENTAL Y PLANES DE CONTINGENCIA REALIZADOS POR LA EMPRESA CONSULTORÍA Y MEDIO AMBIENTE C&MA LTDA*.

AUTOR: Diego Armando Herrera**

PALABRAS CLAVES: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT, Términos de Referencia, Estudios Ambientales, Metodología, Descripción de Proyecto, Licencia Ambiental.

DESCRIPCIÓN:

Se diseñó una metodología para la elaboración del capítulo de descripción de proyecto y para los estudios ambientales: Estudios de Impacto Ambiental – **EIA** y Planes de Manejo Ambiental – **PMA**, de acuerdo a los requerimientos exigidos en los términos de referencia, expedidos por el ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo territorial – **MAVDT**.

El diseño se basó en el análisis de los criterios técnicos, aspectos civiles y ambientales, que se deben tener en cuenta para la realización de un proyecto de perforación exploratoria en un área de interés o el desarrollo de un campo de explotación de hidrocarburos, tales como: Pozos a perforar, adecuación del sitio de perforación, facilidades de superficie, procesos de producción de los fluidos, líneas de flujo, construcción y/o adecuación de las vías de acceso a las locaciones, ocupaciones de causes, construcción de campamentos, disposición de residuos, movimientos de tierra entre otros, de tal forma que se genere un producto que satisfaga las necesidades del cliente, en cuanto a la rapidez en la ejecución del estudio, reducción de costos, veracidad y calidad de la información; todo esto con el fin de tramitar las licencias ambientales para llevar a cabo su ejecución.

* Trabajo de Grado en la Modalidad de Práctica Empresarial

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas, Escuela de Ingeniería de Petróleos. Tutor UIS: M.Sc. Olga Patricia Ortiz Cancino. Tutor Empresa: Ing. Mónica Arenas Rojas.

ABSTRACT

TITLE: TECHNICAL SUPPORT AS PETROLEUM ENGINEER IN THE DESCRIPTION OF ENVIRONMENTAL IMPACT STUDIES, ENVIRONMENTAL MANAGEMENT PLANS AND CONTINGENCY PLANS MADE BY THE COMPANY CONSULTING AND ENVIRONMENTAL LTDA. C&MA S.A*.

AUTHOR: Diego Armando Herrera**

KEY WORDS: Ministry of Environment, Housing and Territorial Development - MAVDT, Terms of Reference, Environmental Studies, Methodology, Project Description, Environmental License.

DESCRIPTION:

A methodology was designed to prepare the project description chapter and for environmental studies: Environmental Impact Assessment - **EIA** and Environmental Management Plans - **PMA**, according to the requirements in the terms of reference issued by the Ministry of environment, Housing and territorial Development - **MAVDT**.

The design was based on the analysis of the technical, civil and environmental aspects, which must be taken into account when conducting an exploratory drilling project in an area of interest or the development of a field of exploitation of hydrocarbons, such as : wells to be drilled, drilling site suitability, surface facilities, production processes of the fluid flow lines, construction and /or adequacy of the access roads to locations, occupations of cases, construction of camps, provision of waste, including earthworks, so that it generates a product that meets customer needs, in terms of speed of execution of the study, cost reduction, reliability and quality of information, all this in order to handle environmental permits to carry out his execution.

*Work Degree in Business Practice Mode.

**Engineering Faculty of Physical Chemistry, School of Petroleum Engineering. UIS Tutor: M.Sc. Olga Patricia Cancino Ortiz. Company Tutor: Eng. Mónica Arenas Rojas.

INTRODUCCIÓN

La realización de los estudios ambientales obedece a cumplir con la normatividad existente y satisfacer los requerimientos exigidos por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT, que fue creado en el año de 1993 (Artículo 2 de la Ley 99 de 1993) como organismo rector de la gestión del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, con el objetivo de dar inicio y desarrollo a la actividad petrolera en una determinada zona de interés o campo de producción.

Estos requerimientos exigidos por el MAVDT se encuentran enmarcados en los llamados términos de referencia y lo que buscan es garantizar la conservación de los recursos naturales renovables una vez las actividades para la exploración de una zona de interés o el desarrollo de un campo de petróleo se comienzan a ejecutar. Dentro de la política ambiental colombiana (Artículo 1 Ley 99 de 1993) se contempla el paisaje natural como patrimonio común el cual debe ser protegido, por lo tanto los estudios ambientales son una herramienta clave para determinar la viabilidad de la perforación exploratoria en una determinada zona de interés del país o el desarrollo de un campo petrolero ya existente.

Los estudios ambientales como herramienta para dar la viabilidad de los proyectos a desarrollar tienen el objetivo de describir y caracterizar la zona a intervenir (zona objeto del estudio) estableciendo mecanismos y estrategias ambientales para disminuir o minimizar grandes impactos ambientales en la región, llevan consigo no solo información de tipo técnica del proyecto sino también de tipo social mostrando un concepto general de la población, su cultura y su opinión respecto a las actividades a realizar.

Este proyecto tiene como objetivo presentar una metodología general para la elaboración de estudios ambientales y del capítulo de descripción de proyecto. La metodología contiene fuentes de información que deben utilizarse en la elaboración de los diferentes estudios ambientales para el proceso de licenciamiento y especificaciones técnicas para la caracterización de los medios abiótico, biótico y socioeconómico. Así mismo se indican los lineamientos para realizar la zonificación ambiental y el establecimiento de zonas de manejo, la identificación y valoración de impactos ambientales, el diseño de medidas de manejo ambiental, la elaboración de los planes de seguimiento y monitoreo y la formulación del plan de contingencia. Esta metodología aplica a estudios tales como el diagnóstico ambiental de alternativas (DAA), estudio de impacto ambiental y plan de manejo ambiental.

1 OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Conocer la normatividad ambiental para la realización de los estudios ambientales exigidos por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) y aplicarlos para la elaboración de estudios ambientales y la descripción de proyecto de los estudios realizados por C&MA LTDA.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comprender los conceptos enmarcados en los términos de referencia para la elaboración de los estudios ambientales.
- Describir equipos, maquinarias, sistemas y procesos de perforación.
- Realizar la descripción de las actividades de completamiento, pruebas de producción de los pozos y facilidades de tempranas de producción o estaciones de recolección.
- Describir y dimensionar las especificaciones técnicas, métodos constructivos, pruebas hidrostáticas, instalaciones de apoyo, maquinaria y equipos requeridos para las líneas de flujo y transferencia.
- Realizar una guía metodológica para la elaboración de estudios ambientales y para la descripción de proyecto.

2 MARCO REFERENCIAL¹

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA



Fuente: C&MA LTDA.

2.1.1 Historia

Consultoría y Medio Ambiente Ltda., fue constituida en marzo de 1999, mediante la escritura pública número 466 de la notaría Octava del círculo notarial de Bucaramanga y se encuentra inscrita el Registro Mercantil número 05-074047-03 de la Cámara de Comercio de Bucaramanga. Su identificación tributaria ante la DIAN es la número 804.007.332-9. La idea de empresa nace del deseo de dos ingenieros de la Universidad Industrial de Santander de crear un proyecto generador de empleo personal y para otros profesionales de la región y del profundo interés por trabajar en temas relacionados con la protección ambiental y el desarrollo sostenible, estas motivaciones unidas a la identificación de la escasa oferta de proyectos empresariales serios que entregaran productos de alta calidad

¹ MARCO REFENCIAL. Información disponible [en línea] en: <http://www.cyma.com.co/> (Consultado el 20 de Agosto de 2011).

al estado y la industria colombiana dio como resultado el nacimiento de Consultoría y Medio Ambiente Ltda.

2.1.2 Misión

En C&MA desarrollamos soluciones que contribuyen a la preservación del Medio Ambiente y el mejoramiento de la calidad de vida, a través del crecimiento de su talento humano, la innovación en sus procesos y la construcción de relaciones de largo plazo con nuestros grupos de interés.

2.1.3 Visión

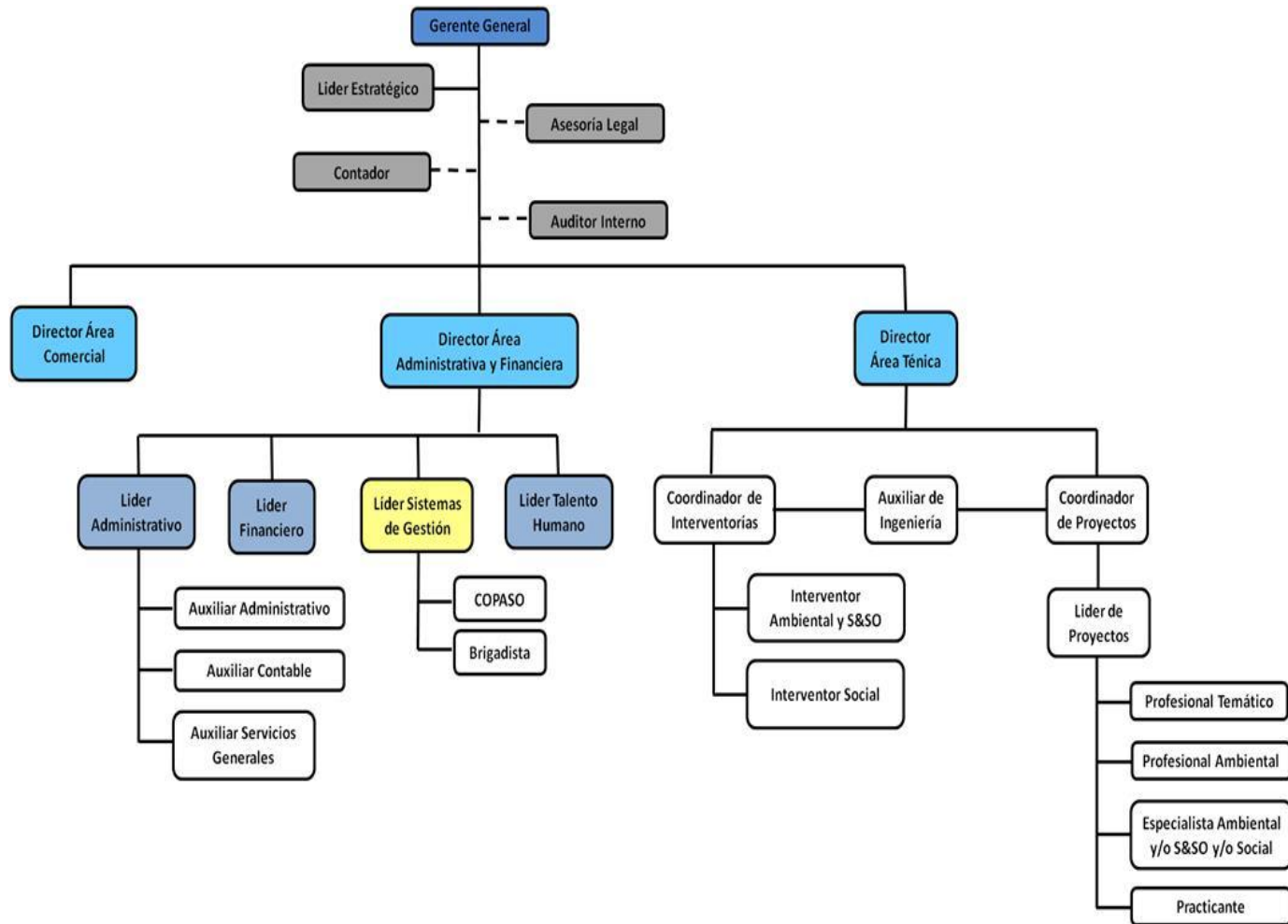
Para el año 2015 Consultoría y Medio Ambiente será la empresa prestadora de servicios y soluciones ambientales más reconocida en Colombia por su profesionalismo, calidad en el servicio, relaciones con los clientes e innovación.

2.1.4 Valores Corporativos

- **Trabajo en Equipo:** Conjunto de cualidades del equipo de trabajo orientadas a resolver problemas y tomar decisiones que ayuden a canalizar y promover la participación del personal en la mejora de los procesos de la organización fomentando la creatividad, la iniciativa y el aprendizaje.
- **Innovación:** Hacer de este valor parte de la cultura organizacional en la ejecución de los procesos tanto administrativos como operativos permitiendo crear ventajas comparativas en la prestación del servicio a través de la generación de ideas que impacten de manera positiva la experiencia del cliente y los resultados de la empresa.

- **Compromiso Empresarial:** Es el compromiso consciente y congruente de cumplir integralmente con la finalidad de la empresa tanto en lo interno como en lo externo; considerando las expectativas de todos sus participantes en el ámbito social, humano y ambiental, demostrando el respeto por los valores éticos, comunidades y medio ambiente para la construcción del bien común. Sentir la empresa como propia, su segundo hogar.
- **Comunicación Asertiva:** Es la habilidad para transmitir y recibir los mensajes, sentimientos, creencias u opiniones propias o ajenas de una manera honesta, oportuna y respetuosa, usando los canales adecuados y establecidos.

2.1.5 Organigrama Administrativo y Técnico



Fuente: El Autor.

2.1.6 Gestión Ambiental

CALIDAD DEL AIRE

- Mediciones del aire y ruido.
- Inventario y caracterización de emisiones atmosféricas.
- Trámite de permiso de Emisiones.
- Estudios de modelamiento del impacto de emisiones.



PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

- Elaboración e implementación de planes de contingencia.
- Análisis de riesgos.
- Estudios de contaminación provocada por contingencias.
- Diseño e implementación de metodología APELL.
- Socialización, divulgación y entrenamiento en planes de contingencia.



RECURSOS NATURALES

- Monitoreo fisicoquímico e hidrobiológico de cuerpos de agua.
- Estudio de planeación del manejo de recursos naturales.
- Planes de ordenamiento territorial e hídrico.

- Caracterización florística, inventarios forestales y trámite de permisos de aprovechamiento forestal.
- Línea base ambiental.



SERVICIOS DE TRATAMIENTO Y RESTAURACIÓN AMBIENTAL

- Diseño o evaluación de sistemas de tratamiento y disposición de residuos.
- Remediación / restauración de zonas contaminadas.
- Diseño y/o implementación de planes de gestión integral de residuos.
- Consultoría para la planeación, construcción y autorización de plantas de tratamiento y disposición de residuos.
- Evaluación técnico-económica de alternativas de tratamiento para residuos peligrosos o especiales.



INTERVENTORÍAS Y AUDITORÍAS

- Interventorías ambientales.
- Auditorías internas a sistemas integrados de gestión.
- Auditorías ambientales a contratistas y proveedores.



CUMPLIMIENTO AMBIENTAL

- Estudios de impacto ambiental.
- Planes de manejo ambiental.
- Diagnóstico ambiental de alternativas.
- Trámite de licencias, permisos y autorizaciones ambientales.
- Asesoramiento legal ambiental



Fuente: El Autor.

2.1.7 Diagnóstico de la Empresa

Consultoría & Medio Ambiente LTDA, es una empresa de servicios y desarrollo de proyectos de ingeniería y consultoría ambiental que tiene como objetivo general apoyar a la industria y al Estado en la solución de problemas y mejoramiento de desempeño ambiental, contribuyendo de esta forma a la protección y conservación del medio ambiente.

Durante sus doce años de funcionamiento C&MA LTDA. se ha desatado por su crecimiento, consolidándose como una de las primeras empresas consultoras de la región en el campo ambiental, al contar con el personal técnico y administrativo, cuyos valores, conocimiento y compromiso garantizan como resultado productos y servicios de alta calidad gracias al desarrollo e implementación de los sistemas integrados de gestión de la calidad, seguridad, salud ocupacional y medio ambiente (SSOMA). Actualmente la empresa se encuentra certificada por INCONTEC en la Norma de calidad ISO 9001:2008, OHSAS 18001:2007 e ISO 14001:2004, certificada a mediados del mes de Octubre del año 2011, mes en el cual se realizó un proceso de integración de las tres normas.

La práctica empresarial se está desarrollando en el Área Técnica, específicamente en el campo de la ingeniería de petróleos, en donde se desplegaron diferentes actividades relacionadas con la elaboración de documentos ambientales (Estudios de Impacto Ambiental y Planes de Manejo Ambiental), con el objetivo de cumplir los requerimientos exigidos por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) en la ejecución de los proyectos anteriormente mencionados.

3 MARCO LEGAL²

3.1 GENERALIDADES

La ejecución de obras, el establecimiento de industrias o el desarrollo de cualquier actividad que de acuerdo con la ley y los reglamentos, puedan producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje requerirán de una licencia ambiental (Ley 99 del 1993, Artículo 49 y siguientes).

Una licencia ambiental es 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.

La licencia ambiental lleva 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. En los proyectos que requieran licencia ambiental, el interesado deberá solicitar en la etapa de factibilidad a la autoridad ambiental competente, que ésta se pronuncie sobre la necesidad de presentar o no un DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE ALTERNATIVAS - DAA.

El diagnóstico ambiental de alternativas incluye información sobre la localización y características del entorno geográfico, ambiental y social de las alternativas del proyecto, además de un análisis comparativo de los efectos y riesgos inherentes a la obra o actividad y de las posibles soluciones y medidas de control para cada una de las alternativas. Con base en el diagnóstico ambiental de alternativas

² MARCO LEGAL. Tomado de Ley 99 de 1993 y Decreto 2820 de 2010.

presentado, la autoridad elegirá, la alternativa o las alternativas sobre las cuales deberá elaborarse el correspondiente ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA antes de otorgar la respectiva licencia.

El EIA es el conjunto de información que debe presentar el peticionario de una licencia ambiental ante la autoridad ambiental correspondiente. El EIA contiene información sobre la localización del proyecto y los elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos del medio que puedan sufrir deterioro por la obra o actividad, y la evaluación de los impactos que puedan producirse. Además, incluye el diseño de los planes de prevención, mitigación, corrección y compensación de impactos y el plan de manejo ambiental de la obra o actividad.

3.2 EXIGIBILIDAD DE LAS LICENCIAS AMBIENTALES

Estarán sujetos a licencia ambiental únicamente los proyectos, obras y actividades que se enumeran en los artículos 8º del decreto 2820 de 2010.

- **ARTÍCULO 8º.** Competencia del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, otorgará o negará de manera privativa la licencia ambiental para los siguientes proyectos, obras o actividades:

En el sector hidrocarburos:

- a) Las actividades de exploración sísmica que requieran la construcción de vías para el tránsito vehicular y las actividades de exploración sísmica en las áreas marinas del territorio nacional cuando se realicen en profundidades inferiores a 200 metros.

- b) Los proyectos de perforación exploratoria por fuera de campos de producción de hidrocarburos existentes, de acuerdo con el área de interés que declare el peticionario.
- c) La explotación de hidrocarburos que incluye, la perforación de los pozos de cualquier tipo, la construcción de instalaciones propias de la actividad, las obras complementarias incluidas el transporte interno de fluidos del campo por ductos, el almacenamiento interno, vías internas y demás infraestructura asociada y conexas.
- d) El transporte y conducción de hidrocarburos líquidos y gaseosos que se desarrollen por fuera de los campos de explotación que impliquen la construcción y montaje de infraestructura de líneas de conducción con diámetros iguales o superiores a 6 pulgadas (15.24cm), incluyendo estaciones de bombeo y/o reducción de presión y la correspondiente infraestructura de almacenamiento y control de flujo; salvo aquellas actividades relacionadas con la distribución de gas natural de uso domiciliario, comercial o industrial.
- e) Los terminales de entrega y estaciones de transferencia de hidrocarburos líquidos, entendidos como la infraestructura de almacenamiento asociada al transporte de hidrocarburos y sus productos y derivados por ductos.
- f) La construcción y operación de refinerías y los desarrollos petroquímicos que formen parte de un complejo de refinación.

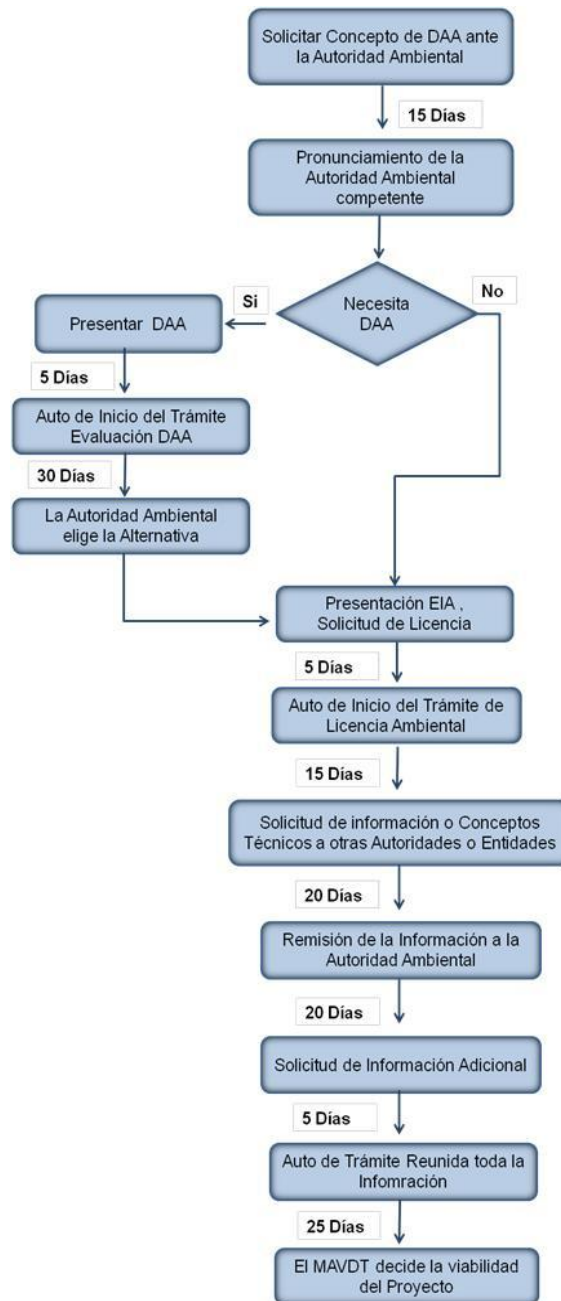
En la Figura 1, se presenta el esquema del procedimiento requerido para el trámite y la obtención de una licencia ambiental de los estudios ambientales.

Según lo establecido en el Parágrafo 1° y 2° del Artículo 25 del Decreto 2820 de 2010, si la actividad, obra o proyecto a realizar compete al MAVDT, la autoridad(es) ambientales del área del proyecto donde se pretenda hacer uso y/o aprovechamiento de los recursos naturales renovables tendrán un término máximo

de treinta (30) días hábiles, contados a partir de la radicación del EIA para emitir el respectivo concepto sobre los mismos y enviarlo al Ministerio.

De igual forma, si se requiere información adicional sobre el uso y/o aprovechamiento de los recursos naturales renovables, las autoridades ambientales deben en un plazo de quince (15) días hábiles, contados a partir de la radicación de la información adicional emitir el correspondiente concepto técnico sobre los mismos.

Figura 1. Procedimiento para la obtención de la Licencia Ambiental.



Fuente: El Autor.

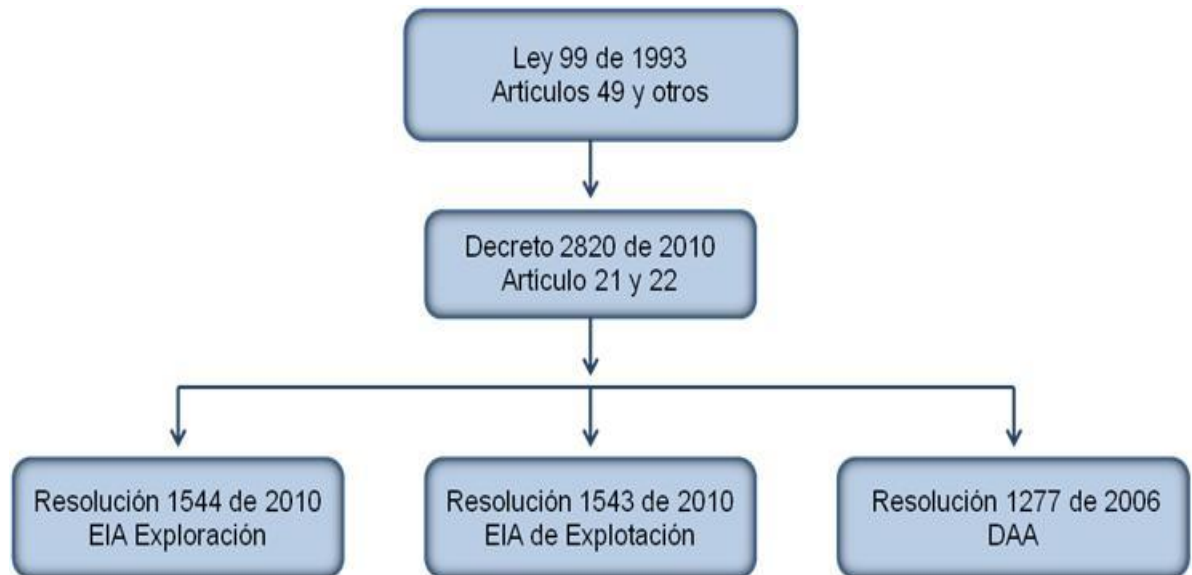
3.3 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA

3.3.1 Marco Legal Ambiental

- Artículo. 21 Decreto 2820/10: El estudio de impacto ambiental es el instrumento básico para la toma de decisiones sobre los proyectos obras o actividades que requieren licencia ambiental y se exigirá en todos los casos en que de acuerdo con la ley y el presente reglamento se requiera.
- Términos de referencia: Fueron realizados por primera vez entre 1994 y 1995 y modificados en el año 2010. Son el marco para la realización de los estudios y la base de discusión de la viabilidad de un proyecto. Detallan el contenido, la estructura y la profundidad del tratamiento de los temas requeridos por el Artículo 21 del decreto 2820/10.

En la Figura 2, se muestra la normatividad existente para la realización de los EIA.

Figura 2. Marco Legal Ambiental – EIA.



Fuente: El Autor.

3.3.2 Contenido de un EIA

El contenido de EIA puede dividirse en tres etapas:

- Etapa Descriptiva:
 - ✓ Generalidades y antecedentes
 - ✓ Descripción del proyecto
 - ✓ Descripción ambiental del área de influencia

- Etapa Analítica:
 - ✓ Caracterización ambiental (Línea base)
 - ✓ Zonificación ambiental y de manejo de la actividad
 - ✓ Evaluación ambiental y análisis de riesgos

- Etapa Propositiva:
 - ✓ Plan de manejo ambiental y plan de contingencia
 - ✓ Uso y aprovechamiento de los recursos

- ✓ Plan de seguimiento y monitoreo
- ✓ Plan de restauración y abandono
- ✓ Plan de inversión del 1%

3.4 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL - PMA

El PMA consiste en realizar una descripción general del objeto y alcances del proyecto de una zona de interés exploratoria o el desarrollo de un campo, según sea el caso, indicando su ubicación y los accesos seleccionados; el uso, aprovechamiento o afectación de los recursos naturales. Además se sintetizan las características ambientales relevantes de la zona, analizando los impactos ambientales y los riesgos; se relacionan las medidas de manejo ambiental; se indican unas conclusiones y recomendaciones, y se presenta el costo total del proyecto, con el fin de establecer las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los posibles efectos o impactos ambientales negativos causados en desarrollo de un proyecto, obra o actividad.

3.4.1 Contenido de un PMA

La estructura del Plan de Manejo Ambiental se encuentra conformada así:

- Resumen ejecutivo
- Generalidades
- Descripción del proyecto
- Línea base:
 - ✓ Aspectos Físicos
 - ✓ Aspectos Bióticos
 - ✓ Aspectos Sociales
- Evaluación ambiental y análisis de riesgos

- Fichas PMA
- Uso y aprovechamiento de los recursos naturales

Además los PMA cuentan con los siguientes aspectos:

- Identificación y ubicación en mapa del bloque asignado, del área de perforación exploratoria o de producción de hidrocarburos, su vía de acceso y las líneas de flujo y del área objeto del Plan de Manejo, según sea el caso.
- Relación de estudios y actividades de hidrocarburos y de otros sectores productivos incluidos los realizados con anterioridad en el área de perforación exploratoria o campo productor de hidrocarburos licenciados.
- Relación de licencias y autorizaciones ambientales otorgadas con anterioridad en el área de perforación exploratoria o campo productor de hidrocarburos.

3.5 GRUPO DE TRABAJO

El grupo de trabajo requerido para la elaboración de los estudios ambientales (EIA y PMA) es un grupo multidisciplinario y se encuentra conformado por:

- **Director:** Ingeniero de Petróleos, Especialista en Ingeniería Ambiental.
- **Grupo Base:** Ingeniero de Petróleos, Ingeniero Civil, Geólogos, Biólogos, Ingenieros Forestales, Trabajadores Sociales o Sociólogos e Ingenieros Ambientales.
- **Consultores Externos:** Hidrólogos, Hidrobiólogos, Arqueólogos, Economistas, Agrónomos, Hidrogeólogos, Analistas de Riesgos, entre otros.

3.6 REVISIÓN DE INFORMACIÓN Y VERIFICACIÓN EN CAMPO

Una vez se van a realizar los estudios de Impacto Ambiental y Planes de Manejo Ambiental inicialmente lo que se hace es comunicar a las autoridades regionales y locales del inicio del estudio y se solicita la información secundaria, como: permisos de fauna y flora, información de sitios de disposición de residuos, presencia de comunidades negras e indígenas, planes de desarrollo, planes de ordenamiento territorial y solicitan su participación a las reuniones de socialización al IDEAM, IGAC, INGEOMINAS, Alcaldías, Administraciones Municipales, CAR´s, etc., para luego verificar dicha información en campo.

Conocida la información suministrada y verificada en campo se procede a identificar los vacíos de información existentes para la elaboración del estudio y se determina cual es la información requerida para así realizar visitas a campo y realizar el levantamiento de la información primaria.

3.7 PLAN DE CONTINGENCIAS - PDC

El PDC describe las acciones que deben ser tomadas por una organización para proteger: la vida humana (empleados, público en general), la infraestructura, bienes (de la Empresa y de terceros) y el ambiente (recurso agua, suelo, fauna y flora), de las amenazas originadas por el hombre, la industria o las amenazas naturales.

3.7.1 Marco Legal

- Decreto 2190 de 1995: Ordena la elaboración del Plan Nacional de Contingencia contra derrames de hidrocarburos y sustancias nocivas en aguas marinas, fluviales y lacustres PNC como instrumento rector del diseño y

realización de actividades dirigidas a prevenir y mitigar los impactos que se pueden generar.

- Decreto 321 de 1999: Por el cual se adopta el Plan Nacional de Contingencias contra derrames de hidrocarburos, derivados y sustancias nocivas en aguas marinas, fluviales y lacustres.

Un plan de contingencia debe constar de tres capítulos básicos:

- **Plan Estratégico**: Concentra su desarrollo en la parte preventiva y de preparación para una emergencia. Presenta bases de diseño del PDC, fundamentalmente el análisis y evaluación del riesgo y las estrategias de atención. Se encuentra conformado por:
 - ✓ Localización del área de influencia
 - ✓ Clasificación de emergencias
 - ✓ Esquema básico para la respuesta
 - ✓ Organización para la respuesta
- **Plan Operativo**: Contiene las acciones y decisiones reactivas, que facilitan la primera consulta de una emergencia y en el cual de manera rápida y ilustrativa se obtenga la información indispensable para afrontar adecuada y eficazmente la emergencia. Este plan incluye un manual práctico de campo denominado manual operativo o también manual de bolsillo. Se encuentra conformado por:
 - ✓ Líneas de activación
 - ✓ Líneas de notificación
 - ✓ Plan de acción y toma de decisiones
- **Plan Informático**: Contiene toda la información que resulte útil para afrontar la situación y comportamiento del accidente, y programar las actividades de

respuesta según la estrategia convenida. Incluye mapas, directorios telefónicos, planos de instalaciones, etc. Se encuentra conformado por:

- ✓ Esquema general de cuencas
- ✓ Perfil general del ducto (oleoductos, gasoductos o poliductos)
- ✓ Volumen total de hidrocarburo derramado
- ✓ Puntos de control: fotografías, localización, esquema del sitio y descripción del punto de control.
- ✓ Directorio de entidades de apoyo y personal de la empresa

3.8 DESCRIPCIÓN DE PROYECTOS

La realización de la práctica empresarial con la empresa Consultoría y Medio Ambiente - C&MA LTDA consiste en realizar la descripción de proyectos de los EIA, PMA y PDC por lo cual los otros aspectos contemplados dentro del contenido de dichos estudios no se tendrán en cuenta en la realización del proyecto de grado.

En términos generales los aspectos contemplados en la descripción de los proyectos de los EIA y PMA son:

- Características técnicas del proyecto
- Organización administrativa y técnica del proyecto
- Descripción de procesos e infraestructura
- Vías de acceso
- Líneas de flujo

Estos aspectos dependen del objeto de estudio (exploración o explotación), y por lo tanto según sea el caso deben utilizarse los términos de referencia específicos a cada estudio.

En la **Figura 3**, se muestra un esquema de los términos de referencia para la realización de los EIA y PMA para exploración y desarrollo según sea el caso y la normatividad existente para la elaboración de los PDC.

Figura 3. Referencias para la realización EIA, PMA y PDC.



Fuente: El Autor.

4 GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES

El objetivo de la presente guía es definir las principales actividades y lineamientos que deben tenerse en cuenta durante la realización de los Estudios Ambientales solicitados por el cliente. Esta guía aplica para la realización de Estudios de Impacto Ambiental, Planes de Manejo Ambiental y Diagnósticos Ambientales de Alternativas, estableciendo las aclaraciones necesarias para cada uno de estos servicios ofrecidos.

La realización de los estudios ambientales se divide en tres etapas, cada una de las cuales se compone de actividades y lineamientos establecidos para el eficaz desarrollo del servicio. Estas etapas son Planeación del proyecto, Realización del trabajo de campo y Elaboración del informe.

4.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS ESTUDIOS AMBIENTALES

4.1.1 Caracterización de la Línea Base

A continuación se señalan las orientaciones metodológicas para la caracterización de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, que permitirán determinar las condiciones ambientales iniciales del área donde se desarrollará el proyecto.

Dicha caracterización debe aportar información cualitativa y cuantitativa (especialmente a través de indicadores fijados por el IDEAM, INVEMAR y Von Humboldt), que pueda compararse en las diferentes etapas del proyecto y permita conocer las variaciones del medio ambiente debido al desarrollo del mismo.

4.1.1.1 Medio Abiótico o Físico

La información debe permitir conocer las condiciones físicas existentes en el área de influencia como un referente del estado inicial antes de la ejecución del proyecto. Para ello se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- **Geología:** La información debe presentarse de acuerdo con lo establecido en la Carta Estratigráfica Global-2000 de la ICS (Internacional Comisión on Stratigraphy), con respecto a la datación de las unidades geológicas.

La geología regional debe ser evaluada a partir de estudios existentes y ajustada con información de sensores remotos y control de campo.

Respecto a información específica relacionada con unidades estratigráficas y rasgos estructurales, ésta debe ser soportada mediante muestreos con sus respectivos perfiles estratigráficos, los cuales se pueden determinar a partir de observación directa de taludes, apiques y/o perforaciones.

- **Geomorfología:** La información debe presentarse de acuerdo con los lineamientos generales establecidos en la metodología vigente del INGEOMINAS.

Para el caso particular de la geomorfología, la información debe ser levantada mediante la técnica de fotointerpretación y/o interpretación de imágenes de satélite (sensores remotos) con su correspondiente control de campo, mediante el cual se determinarán los diferentes parámetros geomorfológicos (morfogenética y morfodinámica).

- **Suelos:** La información debe presentarse de acuerdo con los estándares vigentes para obtención, procesamiento y presentación de información de campo establecidos por el IGAC.

Lo anterior debe realizarse mediante técnicas de fotointerpretación y control de campo a partir de la apertura de calicatas (muestras de suelos) y determinación de las características físicas y químicas de los diferentes horizontes que conforman el perfil del suelo, dando como resultado el mapa de suelos con su correspondiente leyenda al nivel de detalle solicitado en los términos de referencia.

Hasta tanto el IDEAM expida las normas relacionadas con el monitoreo para la caracterización de suelos, cuando se requiera realizar esta caracterización debe cumplir con las siguientes normas establecidas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Normalización -ICONTEC o las que las modifiquen o sustituyan: NTC 4113-1, NTC 4113-2, NTC 3656, NTC 3934, NTC 1522, NTC 4508, NTC 4711, entre otras.

- **Hidrología:** La información debe presentarse con base en la recopilación, análisis y procesamiento de información de caudales obtenidos del IDEAM y/o de entidades o empresas que estén debidamente autorizadas para la operación de estaciones hidrométricas o aforos directos.

En caso de requerirse se debe determinar el régimen hidrológico predominante en la región de las principales corrientes en series mensuales multianuales y los caudales característicos (máximos, medios, mínimos y dominantes) de las principales corrientes.

En cuanto al área de influencia directa y para la determinación del régimen hidrológico se podrá hacer uso de curvas de duración de caudales diarios y/o series de caudales mensuales multianuales. Se deben estimar caudales máximos y mínimos para diversos periodos de retorno de acuerdo con el tipo de obra o infraestructura en análisis, mediante la utilización de metodologías de valores extremos.

Igualmente para el área de influencia directa y en caso de requerirse, se deben determinar las curvas de calibración de nivel vs. caudal para las estaciones hidrológicas representativas, al igual que las curvas de caudal sólido vs. caudal líquido tanto en suspensión como de fondo. Para los anteriores análisis se podrá utilizar información de registros históricos o mediante estimaciones con base en ajustes y calibraciones de parámetros hidráulicos.

Para el estimativo de caudales en sitios con ausencia de información, se podrán utilizar metodologías de estimativos indirectos mediante correlaciones hidrológicas, relaciones área-precipitación-caudal y/o modelos de lluvia-escorrentía.

Igualmente es indispensable conocer los usos del agua longitudinalmente a lo largo de la corriente. Esta información se debe obtener de consultas directas a la comunidad y de la revisión de información en las Corporaciones, referente a los planes de ordenamiento y manejo de la cuenca, la definición de objetivos de calidad, los registros de concesiones y licencias de agua, entre otros.

- **Calidad del Agua:** Para la evaluación de la calidad del agua continental y marina se debe seguir la guía para el monitoreo y seguimiento del agua elaborada por el Instituto de Hidrología y Estudios Ambientales - IDEAM con la participación del Instituto de Investigaciones Marinas José Benito Vives de Andrés – INVEMAR o aquella que la adicione o modifique.

Se deberá anexar a los estudios el informe sobre la toma de muestras el cual debe contener los resultados de los análisis in situ (muestra, duplicado, media aritmética), observaciones anotadas en el libro de campo con relación a la muestra tomada y copia de la cadena de custodia. Es obligatorio que personal del laboratorio sea el que tome las muestras, e igualmente que el laboratorio esté acreditado por el IDEAM para los parámetros objeto de análisis.

Adicionalmente, para la ejecución y diseño del muestreo se debe cumplir con las siguientes normas establecidas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Normalización ICONTEC o las que las modifiquen o sustituyan : NTC-ISO 5667-10, NTC-ISO 5667-11, NTC-ISO 5667-13, NTC-ISO 5667-2, NTC-ISO 5667-4, NTC-ISO 5667-9, NTC 3945, NTC-ISO 5667-12, NTC-ISO 5667-15, NTC-ISO 5667-19, NTC-ISO 5667-1, NTC-ISO 5667-14, NTC-ISO 5667-18, NTC-ISO 5667-16, NTC-ISO 5667-3, NTC-ISO 5667-6, NTC 3948.

- **Usos del agua:** Identificar los usos actuales y prospectivos de los cuerpos de agua que se pueden ver afectados por las actividades de construcción y operación del proyecto, para lo cual se tendrán en cuenta los usos definidos por los Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas, y las metas y objetivos de calidad establecidos por la autoridad ambiental para la corriente. Se deben identificar todos los usos y requerimientos como: el funcionamiento ecológico de los ecosistemas, suministro de agua para consumo humano, generación hidroeléctrica, riego agrícola, recreación, entre otros.

- **Hidrogeología:** Para los proyectos en los que se requiera, se debe presentar la información de acuerdo con los lineamientos generales del estándar para la presentación de mapas hidrogeológicos de INGEOMINAS. En el área de influencia directa del proyecto se deberá:
 - ✓ Realizar el inventario de captaciones de agua subterránea que incluya pozos, aljibes y manantiales, determinando el nivel de la tabla de agua, unidad acuífera captada, caudales y tiempos de explotación, usos y, número de usuarios.

 - ✓ Realizar la caracterización hidrogeológica de todos los acuíferos presentes, que serán intervenidos por la obra incluyendo la siguiente información: Espesor, litología, características hidráulicas (transmisividad, coeficiente de almacenamiento), niveles de la tabla de agua.

- ✓ Evaluar la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación, para los sitios donde se prevea almacenar o manipular fuentes de contaminación (combustibles, materiales residuales y sustancias tóxicas, etc.), teniendo en cuenta para los acuíferos someros el grado de confinamiento, la caracterización de la zona no saturada (litología, grado de consolidación y fracturamiento) y demás parámetros que requiera el método de evaluación a utilizar.

La información se debe presentar por mapas temáticos, en una escala representativa a la magnitud del proyecto y a la cantidad y calidad de información. El mapa hidrogeológico debe ir acompañado de perfiles y un bloque-diagrama que represente el modelo hidrogeológico conceptual del sitio.

- **Geotecnia:** En cuanto al levantamiento de información geotécnica es preciso, para efectos de la zonificación, conjugar cartográficamente las variables de geología, geomorfología, edafología e hidrología, entregando como resultado la homogenización de polígonos en cuanto al grado de estabilidad de los suelos y vulnerabilidad por procesos morfo dinámicos e hidrodinámicos. En caso de requerirse información específica sobre estabilidad, se deben realizar sondeos para la toma de muestras y su correspondiente análisis de laboratorio en cuanto a: granulometría, conductividad, capacidad portante y humedad, entre otros.
- **Clima:** Con base en la recopilación, análisis y procesamiento de información de las variables climáticas obtenidas de IDEAM, entidades o empresas que estén debidamente autorizadas para la operación de estaciones meteorológicas, se debe estimar el comportamiento mensual multianual de las siguientes variables, asociadas al área de influencia indirecta: temperatura, presión atmosférica, precipitación (media mensual, anual y su distribución en el espacio), humedad relativa (media, máximas y mínimas mensuales), viento (dirección, velocidad y frecuencias en que se presentan, elaborando y

evaluando la rosa de los vientos), radiación solar, nubosidad, altura de mezcla, estabilidad atmosférica y evaporación.

Se debe determinar el balance hídrico para las diferentes estaciones representativas del área de influencia indirecta, con base en la precipitación y los estimativos de evapotranspiración potencial de acuerdo con los diferentes métodos según la información disponible (aerodinámico, balance energético, entre otros).

➤ **Calidad del aire:** Se deben identificar:

- ✓ Las fuentes de emisiones atmosféricas (gases y material particulado) existentes en la zona: fijas, lineales y de área y móviles.
- ✓ La ubicación cartográfica de los asentamientos humanos, las viviendas, la infraestructura social y las zonas críticas de contaminación.

Con base en lo anterior y las condiciones climatológicas de la zona, adelantar un programa de monitoreo del recurso aire en varios puntos de muestreo durante la elaboración del estudio. Este monitoreo debe estar de acuerdo con lo establecido en el protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire adoptado mediante la Resolución 650 de 29 marzo de 2010 de conformidad con lo previsto por los artículos 6 y 7 de la Resolución 601 de 2006.

La anterior información, se debe presentar en mapas a escala 1:25000 o mayor y de acuerdo con lo establecido en el protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire.

Los parámetros a medir serán los que establece el protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire, en todo caso se deberán

tener en cuenta las fuentes de emisión (fijas y móviles) cercanas a la zona de interés.

La información obtenida debe ser analizada y modelada teniendo en cuenta la época climática en que se realizó el muestreo, se debe presentar la evaluación de la calidad del aire, con sus variaciones temporales y espaciales, determinando su incidencia en las áreas de asentamientos poblacionales y demás zonas críticas establecidas.

- **Ruido:** Las mediciones de ruido ambiental, deben ser utilizadas para realizar el diagnóstico del ambiente por ruido. Los resultados se llevan a mapas de ruido los cuales permiten visualizar la realidad en lo que concierne a ruido ambiental, identificar zonas críticas y posibles contaminadoras por emisión de ruido, entre otros. Las mediciones de ruido ambiental se efectúan de acuerdo con el procedimiento estipulado en los capítulos II y III del anexo 3, de la Resolución 627 de 2006.

Posteriormente se deberá utilizar el protocolo para la medición de ruido y elaboración de mapas de ruido que será expedido por este Ministerio.

- **Paisaje:** Para la caracterización del paisaje se deben tener en cuenta los siguientes criterios: inter-visibilidad, calidad visual, fragilidad visual y valoración del paisaje, entre otros. El área de estudio del paisaje comprenderá diversos lugares seleccionados de zonas con alta densidad de observadores actuales y/o potenciales, obtenida de la integración de tres variables: densidad poblacional, facilidad de acceso y flujo de pasajeros y turistas actuales y prospectivos.

Las unidades de paisaje son porciones del territorio con un mismo carácter paisajístico. El carácter de la unidad depende de la combinación de formas del relieve, coberturas del suelo, dimensión histórica y percepción social, así como

de las especiales relaciones que se establecen entre la población y su paisaje (sentimientos de arraigo y pertenencia).

4.1.1.2 Medio Biótico

- **Ecosistemas terrestres:** Para el área de influencia del proyecto se debe generar un mapa de ecosistemas naturales terrestres y vegetación secundaria partiendo de la fotointerpretación de cobertura vegetal y uso actual del suelo a escala mínima de 1:25.000. El mapa de ecosistemas y su nomenclatura de leyenda se generará según el esquema metodológico del Mapa de Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia (IDEAM, IGAC, INVEMAR, SINCHI) ó versiones oficiales posteriores.

Se deberá Identificar, sectorizar y describir los ecosistemas naturales y vegetación secundaria, la descripción tendrá en cuenta entre otros los siguientes criterios:

- ✓ Para cada fragmento de ecosistema natural y vegetación secundaria deberá establecerse su tamaño, y su contexto paisajístico, este último se refiere a la conectividad del fragmento del ecosistema con otros fragmentos con coberturas naturales. Los valores de conectividad oscilan entre 0 y 1 (los valores cercanos a 1 representan un mejor contexto paisajístico).
- ✓ Identificar la rareza, representatividad en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, remanencia y potencial de pérdida en el contexto nacional, de acuerdo con el listado nacional de tasas de compensación por pérdida de biodiversidad.
- ✓ Identificar, delimitar y describir áreas naturales protegidas, iniciativas de conservación/protección públicas o privadas, suelos de protección, áreas

con régimen de protección internacional, entre otras, presentes en el área de influencia.

La información debe permitir conocer las condiciones bióticas existentes en el área de influencia como un referente del estado inicial antes de la ejecución del proyecto. Es importante resaltar que, conforme el artículo 14 del Decreto 309 de 2000, cuando en desarrollo de estudios ambientales exigidos con ocasión de la obtención de otros permisos y licencias ambientales y durante el desarrollo de la obra, proyecto o actividad amparada por éstos se colecten, recolecten, cacen o pesquen especímenes o muestras de la diversidad biológica, luego de la obtención del permiso de estudio con fines de investigación científica ante la autoridad ambiental competente, éstas deberán depositarse en colecciones registradas. Para ello se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- **Flora:** Independientemente de la metodología utilizada, la caracterización de la cobertura vegetal del área de influencia directa del proyecto debe involucrar como mínimo las siguientes fases:
 - ✓ **Fase previa:** Esta se basa en una revisión de fuentes secundarias e incluye la revisión del estado actual del tema. En ésta se debe efectuar delimitación de la zona de estudio, caracterización del medio abiótico y biótico (cartografía), determinar el estado real de la cobertura vegetal (aerofotografías, imágenes de satélite, utilización de bibliografía, trabajos monográficos, artículos, revistas, mapas) y definir y establecer los límites de las unidades de vegetación.
 - ✓ **Fase de muestreo:** En campo, se debe llevar a cabo directamente la verificación de datos obtenidos en la fase anterior y efectuar la toma de muestras con base en métodos como el fitosociológico o el cuantitativo.

El tamaño de las parcelas y sub-parcelas, debe ser proporcional al tamaño de los individuos y al diámetro a la altura del pecho (DAP) ya que estos parámetros están estrechamente relacionados con la estratificación vertical. El tamaño de las parcelas también depende de las unidades de vegetación que se identifiquen, del tamaño de las mismas y del tamaño y grado de heterogeneidad del área de muestreo.

La distribución de las parcelas se hace al azar o bien utilizando un método sistemático. Se recomienda este último por cuanto tiene dos ventajas: se pueden localizar rápidamente las parcelas en caso de necesidad de corroboración o comprobación y se muestrean todas las áreas consideradas de importancia.

- ✓ **Fase de levantamiento de vegetación:** Para levantar información directamente en campo se hace necesaria la implementación de métodos que permitan una representatividad estadísticamente válida, reconocimiento científico, adecuado análisis de la estructura vertical y la composición de especies de las comunidades vegetales.

Se deben tener en cuenta variables morfométricas como altura, diámetro del tronco a la altura del pecho (DAP), altura de copa, altura de fuste y diámetros de copa.

Para la elaboración de los mapas de cobertura vegetal, se deberá utilizar la nomenclatura Corine Land Cover adaptada IGAC-IDEAM-CORMAGDALENA. Esta nomenclatura puede ser modificada durante la fase de producción, según el uso que se va a hacer de cada clase. Sin embargo, ninguna modificación se puede hacer en los niveles 1 y 2 (coherencia con la nomenclatura de Europa y América Norte y Central).

- **Fauna:** Para la caracterización de este componente, es necesario partir de la revisión de la información existente sobre la fauna potencialmente presente en la zona de influencia del proyecto. Se podrán tener como referencia los documentos:
- ✓ Lineamientos guía para la evaluación de criterios de biodiversidad en los estudios ambientales requeridos para licenciamiento ambiental. Biodiversidad y estudios de impacto ambiental. Elementos para evaluadores, del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt e Instituto de Estudios Ambientales de la Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D. C. Colombia. (2009).
 - ✓ “Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad” del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y del Instituto de Investigaciones Marinas José Benito Vives de Adréis.
 - ✓ “Catálogo en línea de especies de Colombia en los sistemas de información de Biodiversidad” del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt³ o del Sistema de Información Ambiental Marino SIAM del Instituto de Investigaciones Marinas José Benito Vives de Adréis⁴.
 - ✓ Como fuentes principales de información secundaria se citan guías generales de fauna del Instituto Alexander Von Humboldt, guías de especies marinas del Instituto de Investigaciones Marinas José Benito Vives de Adréis, las publicaciones de las autoridades ambientales regionales como Corporinoquia, Corantioquia, Corpoguavio, CAR, estudios de impacto ambiental de la zona y colecciones de referencia de museos especializados, entre otros.

³ Disponible [en línea] en <http://www.siac.net.co/Home>

⁴ Disponible [en línea] en <http://siam.invemar.org.co/siam/index.htm>.

Los resultados obtenidos mediante revisión de información secundaria, se deben verificar a través de muestreos directos de campo, en algunos casos colecta de especímenes, observaciones directas y observaciones indirectas (rastros, huellas, cantos, heces), los cuales pueden ser complementados con entrevistas a los habitantes locales. Para que la información sea válida, se hace necesaria la utilización de métodos desarrollados por el Instituto Alexander von Humboldt, y el Instituto de Investigaciones Marinas José Benito Vives de Andrés, que garanticen la representatividad de la fauna en el área donde se desarrolla el muestreo.

Con la información colectada se elaboran matrices primarias de datos basadas en los listados de especies. Cada una de las especies se califica según parámetros biológico-ecológicos (distribución altitudinal, tamaño, dieta, hábitat, refugio y hábito) y parámetros que valoran el interés público (rareza, vulnerabilidad, migración y extinción).

Es de anotar que los parámetros bioecológicos y de interés, no son los únicos que se pueden considerar, éstos pueden ser ampliados, en cuyo caso se hace más importante la información recolectada.

Para establecer la categoría de amenaza de las especies, se debe tomar como base el apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestres (CITES) y la Resolución 383 de 2010 del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, por la cual se declaran las especies silvestres que se encuentran amenazadas en el territorio nacional, o la que la derogue, sustituya o modifique. Entre los métodos más representativos para el estudio se destacan:

- ✓ **Para aves:** Transectos de ancho fijo y redes de niebla.
- ✓ **Para mamíferos:** Se sugiere emplear la metodología que se expone a continuación, desarrollada en la Propuesta metodológica para asignación de compensaciones por pérdida de biodiversidad – Instructivo de

aplicación. Convenio de Asociación No.09 de 2008. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, The Nature Conservancy, World Wildlife Fund, Conservación Internacional. Colombia 2010.

Para caracterizar los mamíferos es necesario estudiar los mamíferos pequeños, grandes tanto terrestres como voladores. Se deben aplicar varias metodologías para obtener un listado completo de este grupo de vertebrados. Es importante tener en cuenta que en algunos casos se deben coleccionar especímenes en campo más que todo en grupos como los pequeños roedores y murciélagos, ya que su determinación taxonómica solo se puede hacer de acuerdo a algunas características de su morfología animal (Morales et al. 2004); En todo caso se recomienda solo preservar con fines científicos los especímenes estrictamente necesarios.

- **Muestreo mamíferos terrestres pequeños:** Se recomienda instalar al menos 50 trampas Sherman en los sitios que se consideren más adecuados para la captura de mamíferos pequeños dependen del tipo ecosistema a muestrear. Las trampas se deben instalar durante horas del día, el cebo se coloca en horas crepusculares y las trampas se revisan en la mañana siguiente, esto muestreo se llevará a cabo durante al menos tres noches.
- **Mamíferos terrestres medianos y grandes:** Se delimitará un transecto de 2km que cubra la mayoría del área o fragmento a muestrear. En este transecto se hará observación directa de los mamíferos y se tomarán datos de especie, sexo y edad cuando sea posible, si está solo o en grupo, de qué se está alimentando y en qué estrato del bosque está. Durante este transecto y en cualquier otro momento en que los especialistas estén presentes en la parcela permanente tomarán datos de huellas, rastros, heces y cualquier otro tipo de evidencia de la presencia de un mamífero. Pueden colocarse sobre trochas o caminos trampas de arena que permitan

registrar adecuadamente huellas de mamíferos o también cámaras sensibles al movimiento para registrar la presencia de mamíferos. Igualmente, como en el caso anterior, se pueden colocar alrededor de 10 trampas tipo “Tomahawk” para la captura de este tipo de mamíferos. Todos los animales capturados u observados deben ser fotografiados para su evidencia y posterior identificación.

- **Mamíferos voladores:** Para muestrear estos mamíferos se instalarán 10 redes de niebla de 12m de largo y 36mm de ojo de malla, que se ubicarán en sitios estratégicos de paso de murciélagos como quebradas y depresiones en el relieve. Se deben abrir a las 5:30pm hasta la 11:30pm con revisiones cada media hora. Se identificarán todos los individuos hasta especie, y cuando no sea posible hacerlo se colectará el ejemplar, a todas las especies capturadas se les hará un registro fotográfico y se determinará la edad y sexo cuando sea posible.
- ✓ **Para herpetofauna:** Se recomiendan, entre otros, el método general de recolección por tiempo definido, el método estandarizado de transectos con búsqueda libre diurna y nocturna y la captura directa.

Para anfibios, el método más utilizado y efectivo, es el reconocimiento nocturno de pozos y pantanos, técnica que permite la recolección de individuos que pueden detectarse por presencia o canto. Para formas inmaduras como renacuajos, se recomienda el uso de nasas.

- **Ecosistemas acuáticos:** El estudio hidrobiológico depende de las características propias del cuerpo de agua a ser analizado, se deberán realizar los muestreos de estas comunidades en las mismas estaciones de muestreo que se utilizaron para evaluar la calidad fisicoquímica del agua.

Hasta tanto se adopten metodologías para evaluar recursos hidrobiológicos continentales se deberá trabajar con base en las establecidas por el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Para el muestreo de comunidades marinas se deberán seguir los protocolos definidos por el Instituto de Investigaciones Marinas José Benito Vives de Andrés.

La ubicación de las estaciones debe corresponder tanto a los objetivos del estudio como a las diferentes variables presentes en el entorno del cuerpo de agua a analizar, como afluentes, descarga de vertimientos, gradientes ambientales.

Para definir el número de réplicas (muestras por estación) se deben tener en cuenta: El tipo de comunidad a estudiar, el número de micro-hábitats presentes y la diversidad encontrada durante el muestreo, por lo cual el personal responsable de la toma de la muestra deberá tener formación profesional en biología, ecología, biología marina, para identificar in situ los individuos muestreados.

Se debe estudiar la estructura de las poblaciones mediante el análisis de la diversidad y abundancia de los organismos presentes, se deben utilizar índices de diversidad conocidos tales como el índice de riqueza de Margalef, Shanon y Weaver, entre otros. Estos datos se deben complementar con un análisis de clasificación y ordenación, mediante los índices de afinidad o similaridad tales como afinidad Jaccard, afinidad de Dice y porcentaje de similaridad Bray-Curtis⁵, entre otros.

Se debe realizar un análisis de la bioindicación de manera cuantitativa partiendo de la abundancia relativa de los géneros encontrados. Estos

⁵ Ramírez A. y Viña G. 1998

resultados se deben correlacionar con los análisis fisicoquímicos e índices de contaminación.

Peces: Se sugiere emplear la metodología que se expone a continuación, desarrollada en la Propuesta metodológica para asignación de compensaciones por pérdida de biodiversidad – Instructivo de aplicación. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial⁶.

Para estudiar peces se utilizan principalmente métodos de captura de individuos, aunque en algunos casos también se pueden lograr observaciones directas en su medio natural. Los métodos de captura varían desde los tradicionales hasta la utilización de trampas elaboradas y su aplicación estandarizada permite luego su réplica y la comparación de resultados entre lugares para evaluar, composición de especies, riquezas relativas, tamaños poblacionales, etc. Los métodos más utilizados son:

- ✓ **Arco y flecha:** Puede realizarse desde la orilla, embarcación o bajo el agua. Esta técnica requiere de gran habilidad y conocimiento por parte de quien la practica.
- ✓ **Anzuelo:** Se utiliza gran variedad de formas, tamaños y estilos, con igual variedad de cebos y carnadas. Dentro de esta categoría encontramos: Guarales, Rendales, Calandrio (que es un conjunto de anzuelos separados regularmente en un mismo cordel). Este método de captura puede generar sesgos o variaciones importantes, dependiendo de la hora, la carnada y el estilo de pesca que se utilice.
- ✓ **Redes:** Aportan mejor información con menor tiempo de muestreo. Se pueden encontrar de variados materiales, de diferentes tamaños y

⁶ Conservación Internacional (The Nature Conservancy, World Wildlife Fund). Colombia. 2010.

especificaciones (ojo de malla). El cual varía según el interés del trabajo. Entre las más conocidas están:

- a) Red de espera, Donde la red permanece estable y los peces se enredan.
 - b) Atarraya, Red que se lanza y cubre en forma circular un área determinada (en diámetros que varían desde 2m hasta 7m).
 - c) Red de Pié, Una pequeña red que se maneja mediante un marco y se hunde con el pié (útil en cuerpos de agua poco profundos).
 - d) Red de Barrido (Chinchorro), Malla fina de largo variable, que captura todos los individuos mediante barrido (muy invasivo).
- ✓ **Trampas:** Las trampas de uso tradicional en forma de embudo o cercos permiten la captura de algunas especies que se desplazan o responden a los tipos de cebo utilizados y están generalmente restringidas a un número limitado de especies y sólo con algunas tallas. Para implementar este tipo de metodología es fundamental conocer los ciclos de migraciones de las poblaciones presentes.
 - ✓ **Pesca eléctrica:** Son muy efectivos, arrojan datos cuantitativos y son los más empleados para estudios poblacionales, pero requieren de condiciones fisicoquímicas idóneas para ser implementadas (entre otras la conductividad del agua).
 - ✓ **Métodos Químicos:** Es conocido también como envenenamiento, se utiliza comúnmente por algunos pobladores locales, mediante la utilización de resinas o componentes vegetales que afectan procesos fisiológicos.

- ✓ **Períodos de muestreo:** Los muestreos se deben llevar a cabo en los diferentes periodos que abarcan el ciclo hidrológico (p.ej. ascenso y descenso de aguas, aguas altas y bajas) a diferentes horas del día, para abarcar los cambios diarios en el comportamiento de los peces. Estas capturas se realizan en los sitios previamente seleccionados, en diferentes ecosistemas (Ríos, caños, lagunas, esteros, rebalse y canales de riego y drenaje), abarcando los diferentes sub-hábitats como por ejemplo: fondos arenosos, pedregosos y fangosos, huecos en troncos, zona profunda, palizadas, riberas cubiertas por gramíneas y ciperáceas, vegetación flotante y bosque inundado.
- ✓ **Identificación taxonómica:** La identificación de los peces se debe realizar hasta el nivel de especie teniendo en cuenta la disponibilidad de claves taxonómicas para el área geográfica específica o aquellas de orden nacional.
- ✓ **Deposito de ejemplares de captura:** Los ejemplares capturados se deben depositar en la colección o colecciones de referencia que determine la autoridad ambiental correspondiente.

Plancton: Las muestras de fitoplancton se toman con redes cuyos ojos de malla se encuentran entre 20 y 200 micras. Las muestras para determinaciones cualitativas se efectúan por arrastres de la red con duración variable, el filtrado obtenido se fija con formol al 2% y se observan alícuotas al microscopio.

Para la cuantificación del fitoplancton es importante tener certeza del volumen de agua filtrada, por tal razón, el uso de redes requiere de un contador de flujo. El material filtrado se fija con una solución de formol al 5% y 0.3 milímetros cúbicos de lugol. La muestra se puede diluir si es muy densa y a partir de esta se toman alícuotas para su observación al microscopio.

En el laboratorio, se dejan sedimentar las microalgas en un cilindro de decantación a razón de una hora por cada centímetro de alto de la columna y se cuentan utilizando la técnica del microscopio invertido.

Plantas acuáticas: Las evaluaciones de campo de las micrófitos, se inician con la localización de las zonas de desarrollo y la elección de las estaciones de estudio. El muestreo de las plantas en cada uno de los sitios elegidos se efectúa mediante el trazado de una franja generalmente perpendicular al espejo de agua, siguiendo un gradiente ambiental agua-tierra.

La identificación y cuantificación de la vegetación se hace in situ, de tal manera que el investigador debe poseer un buen conocimiento taxonómico de las especies.

Organismos asociados a las plantas acuáticas: Los muestreos de la fauna asociada se efectúan mediante pequeñas redes de área conocida, las cuales se introducen en el agua y se desplazan de arriba hacia abajo colectando las plantas y sus raíces. Cada muestra se transfiere a una bandeja con agua, en la cual se lavan las raíces y se retiran los invertebrados presentes. El contenido de la bandeja se filtra posteriormente a través de una malla fina (menor de 0.5 mm) y el remanente se almacena en frascos plásticos con alcohol al 75% y una solución de formol al 5%.

Las muestras preservadas en campo se someten a una segunda limpieza para retirar la mayor cantidad de detritus posible y facilitar la posterior identificación y cuantificación de los organismos.

4.1.1.3 Medio Socioeconómico

- **Aspectos arqueológicos:** Se deberá adelantar un proyecto de arqueología preventiva de acuerdo con el procedimiento establecido por el Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH).

La información debe permitir conocer las principales características de la población de la zona de influencia del proyecto y su relación con el mismo. Para tal efecto ésta se debe presentar conforme a lo establecido por las entidades responsables de su generación, procesamiento y análisis.

En el área de influencia directa (AID) se debe acudir a fuentes de información primaria a través de métodos participativos y etnográficos con la aplicación de las técnicas pertinentes como entrevistas, encuestas, observación directa, entre otras.

En el área de influencia indirecta (AII) se deben consultar fuentes secundarias consignadas en estudios regionales y locales y de ser posible información primaria del área.

En lo relacionado con comunidades negras e indígenas, se debe constatar la presencia de estas comunidades y para ello, se deben solicitar las respectivas certificaciones al Ministerio del Interior y de Justicia y al INCODER y adelantar el proceso de consulta previa con dichas comunidades de acuerdo con lo establecido en el Decreto 1320 de 1998 o aquel que lo modifique o sustituya.

4.1.2 Zonificación Ambiental

Con la información de la caracterización y demanda de recursos se deberán elaborar los mapas temáticos, tendientes a definir las áreas zonificadas. La evaluación sugerida comprende en general los siguientes pasos:

- ✓ Agrupación de atributos, entendiéndose por atributos las unidades definidas en las diferentes variables.
- ✓ Superposición de la información usando sistemas de información geográfica (SIG), donde se utiliza cruce y superposición de temas.
- ✓ Obtención de mapas de zonificación intermedios.
- ✓ Superposición de mapas intermedios para obtener la zonificación final.

Las unidades zonificadas para toda el área de estudio se definirán de acuerdo con las siguientes categorías de sensibilidad ambiental:

- ✓ Áreas de especial significado ambiental como áreas naturales protegidas, ecosistemas sensibles, rondas, corredores biológicos, presencia de zonas con especies endémicas, amenazadas o en peligro crítico, áreas de importancia para cría, reproducción, alimentación y anidación y, zonas de paso de especies migratorias.
- ✓ Áreas de recuperación ambiental tales como áreas erosionadas, de conflicto por uso del suelo o contaminadas.
- ✓ Áreas de riesgo y amenazas tales como áreas de deslizamientos e inundaciones.
- ✓ Áreas de producción económica tales como ganaderas, agrícolas, mineras, entre otras.
- ✓ Áreas de importancia social tales como asentamientos humanos, de infraestructura física y social y de importancia histórica y cultural.

A partir de la identificación de estas áreas se deberá realizar la zonificación de manejo correspondiente.

4.1.3 Evaluación Ambiental

4.1.3.1 Identificación y Evaluación de Impactos

Se deben identificar, describir y evaluar los posibles impactos sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico, que puedan originar las actividades relacionadas con el proyecto en estudio.

La evaluación de impactos se debe realizar incluyendo la identificación e interpretación de las interacciones de las actividades de la región con el medio ambiente existente y de las interacciones de las actividades del proyecto con el mismo. En el estudio se deben detallar las metodologías empleadas, los criterios de valoración y la escala espacial y temporal de la valoración.

La evaluación debe considerar especialmente los impactos residuales, acumulativos y sinérgicos de carácter positivo o negativo producto del desarrollo de otros proyectos en el área de influencia.

Para desarrollar la evaluación ambiental con y sin proyecto se debe tener en cuenta:

- ✓ Análisis de los impactos previos al proyecto, identificando las actividades que más han ocasionado cambios en el entorno ambiental y socioeconómico de la zona de estudio y realizar el análisis de tendencias.
- ✓ Análisis del proyecto en sus aspectos técnicos identificando las actividades impactantes en las diferentes etapas del mismo.
- ✓ Identificación y calificación de impactos esperados por la realización de las diferentes actividades del proyecto.

La metodología utilizada debe facilitar un análisis integrado, global, sistemático y multidisciplinario, y la evaluación de impactos debe incluir una discusión sobre las relaciones causales.

Los criterios a considerar para la evaluación cuantitativa y cualitativa pueden ser entre otros, carácter, cobertura, magnitud, duración, reversibilidad, recuperabilidad, periodicidad, tendencia, tipo y posibilidad de ocurrencia.

Para valorar y jerarquizar los impactos, se debe tomar como referencia los límites permisibles de los contaminantes definidos en la legislación ambiental y el riesgo de la construcción y operación el proyecto sobre los diferentes medios.

4.1.3.2 Evaluación Económica en el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental

En la actualidad se reconoce a nivel de Gobiernos y organismos multilaterales, que los megaproyectos de desarrollo generan importantes impactos ambientales que pueden expresarse en términos de costos y beneficios ambientales y sociales. Ante esta situación, la contribución desde el campo de la economía es la provisión de un conjunto de herramientas teóricas y metodológicas para complementar y mejorar la calidad de los procesos de evaluación ambiental y que permita fortalecer desde el sector público y privado la toma de decisiones.

El propósito de estas herramientas es identificar y estimar el valor económico de los impactos ambientales de tal manera que estos puedan incluirse dentro del análisis de evaluación económica ambiental del proyecto y contribuir en la determinación de la viabilidad del mismo.

Diversas agencias financiadoras multilaterales y agencias gubernamentales han implementado este análisis dentro de los procesos de Evaluación de sus Políticas Ambientales y en gestión de financiación de proyectos de desarrollo para la generación de información que mejore los procesos de toma de decisión.

La evaluación económica compuesta por el estudio de valoración económica de impactos ambientales y el análisis costo beneficio ambiental, presenta las siguientes ventajas:

- ✓ Permite conocer el costo de las externalidades que pueda generar un megaproyecto en unidades monetarias.
- ✓ Identifica si el monto que el megaproyecto destina para la prevención, corrección, mitigación y compensación de impactos es el adecuado para controlar de manera eficiente los impactos ambientales generados por el megaproyecto.
- ✓ Favorece la implementación de medidas regulatoria que permiten el ajuste de los Planes de Manejo Ambiental a medida que se vaya ejecutando el proyecto con la finalidad de evitar sub valoraciones o sobre estimaciones de las inversiones ambientales en el control de los impactos.
- ✓ Como herramienta es importante para despejar la incertidumbre sobre los verdaderos costos que puede tener el megaproyecto y que pueden afectar directamente el flujo de caja del inversionista.
- ✓ Como herramienta ayuda a generar lecciones sobre impactos ambientales con mayores grados de incertidumbre y riesgo, que son el cuello de botella para el éxito de muchos procesos regulatorios.
- ✓ Junto con el análisis costo efectividad le puede aportar información valiosa al inversionista para mejorar el diseño del megaproyecto con miras a la minimización de los costos derivados de las inversiones ambientales destinadas a la prevención, corrección, mitigación y compensación de impactos ambientales.

- ✓ Al despejar la incertidumbre sobre los verdaderos costos ambientales, mejora el clima de la inversión e incrementa la competitividad del país.
- ✓ Al despejar la incertidumbre sobre los verdaderos costos ambientales, las entidades reguladoras mejoran su imagen al ser gestores que presentan información de mejor calidad para la toma de decisión de los inversionistas de los megaproyectos.
- ✓ Al tener información económica relacionada con los impactos ambientales se pueden diseñar mejores esquemas y planes para la corrección, mitigación y compensación de impactos ambientales, lo cual mejora la imagen de la entidad reguladora ante la comunidad afectada (impactados directo e indirectos) por los megaproyectos.

Al final, toda la información que se derive del análisis económico integrado al proceso de evaluación de impacto ambiental servirá de manera directa para contribuir al objetivo de ejecutar la gestión ambiental dentro de un modelo de desarrollo económico sostenible, procurando la conservación e inclusión de la depreciación del capital natural dentro de las actividades económicas que se desarrollan en el país.

4.1.3.2.1 Estrategia para Desarrollar el Análisis Económico

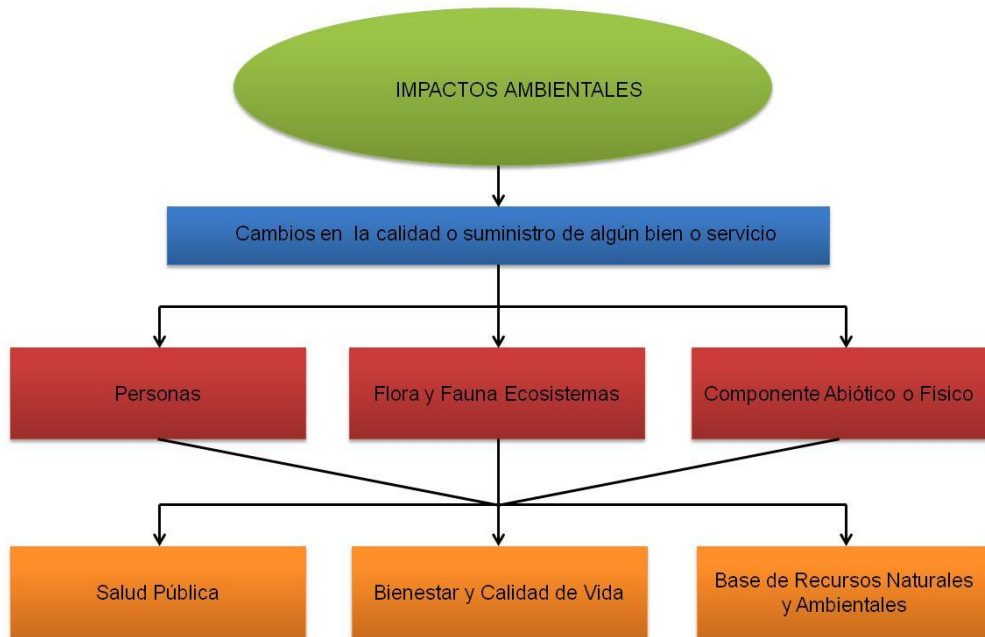
La estrategia más adecuada para abordar el análisis ambiental, es aquella donde se parte de la evaluación de los impactos. En el contexto de la valoración económica, una de las características más relevantes que se debe tener en cuenta, aparte de los demás atributos cualitativos usados para la jerarquización del impacto, se refiere al carácter interno o externo. Los impactos internos son aquellos derivados de acciones tomadas para producir o consumir un bien y que pueden ser reflejados en su costo o precio o si afectan sólo en las actividades de

producción o consumo; mientras los externos se refieren a aquellos que no se pueden reflejar en precios o que la afectación no puede ser compensada⁷.

Generalmente los megaproyectos utilizan en cierta medida algunos bienes y servicios ambientales como insumos de producción ó como sitios de vertimiento de sus desechos. De ese modo, es inevitable que se genere algún grado de deterioro o degradación ambiental el cual muchas veces puede ser controlado, pero otras veces puede llegar a ser irreversible. Este grado de deterioro ambiental se ve reflejado en cambios en la calidad ambiental, la cual a su vez genera disminuciones en el bienestar de los individuos, por pérdidas de valores tangibles e intangibles. Conseguir la calificación de estos impactos (Véase Figura 4), posibilita determinar el delta o cambio de los recursos ambientales y naturales antes y durante todo el desarrollo del proyecto; para esto es necesario generar y tener disponible información técnico científica que permita predecir y proyectar los impactos.

⁷ CEDE Uniandes (Asian Development Bank), 1996

Figura 4. Receptores y Valoración del Impacto.



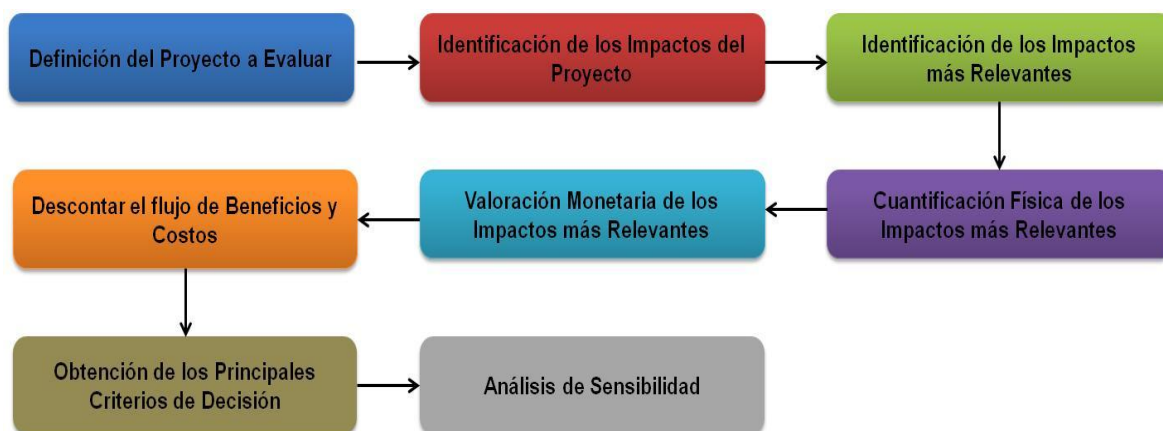
Fuente (Modificada): CEDE Uniandes (Asian Development Bank), 1996.

En esta instancia, surge el Análisis Costo Beneficio – ACB como una herramienta de evaluación de proyectos, la cual permite estimar el beneficio neto de un proyecto, medido desde el punto de vista de las pérdidas y ganancias generadas sobre el bienestar social. Las fases de este planteamiento se presentan a continuación (Véase Figura 5).

De acuerdo con esta estrategia, es importante conocer el valor en términos monetarios de los impactos más importantes generados por un megaproyecto. Así, la valoración y evaluación económica permite estimar y analizar estos valores convirtiéndose en una herramienta de planificación y toma de decisiones sobre la viabilidad de un proyecto en términos de ganancias o pérdidas generadas en bienestar social.

Una vez se cuenta con información de los Estudios Ambientales, sobre los principales impactos ambientales y sociales, son identificados los valores de uso y no uso afectados para llevar a cabo el método de valoración económica ambiental apropiado.

Figura 5. Etapas del Análisis Costo Beneficio Ambiental.



Fuente (Modificada): CEDE Uniandes (Asian Development Bank), 1996.

Para facilitar estos análisis es útil desagregar cualquier impacto ambiental en componentes de valor individuales, utilizando el enfoque del Valor Económico Total (VET), donde un impacto es descompuesto en una cantidad de categorías del valor que afecta.

Una vez se han identificado y calificado los impactos ambientales y su afectación sobre los flujos de bienes y servicios, se aplica la(s) metodología(s) correspondiente, con el fin de obtener en términos monetarios el valor de los impactos (positivos/negativos). Finalmente, se hace la agregación de los beneficios y costos ambientales y se obtienen los principales criterios de decisión, tales como son el valor presente neto económico (VPNE), la tasa interna de retorno económica (TIRE) y la relación costo beneficio económica (RCB).

Una vez obtenido el VPNE, el siguiente paso es aplicar el test del VPNE. Aquí se analiza el valor presente del proyecto teniendo en cuenta que el criterio de aceptación, rechazo o indiferencia en la viabilidad de un proyecto, consiste en un VPNE mayor a cero (los beneficios del proyecto son mayores que sus costos, por tanto se acepta el proyecto), menor a cero (los costos del proyecto son mayores que sus beneficios, por lo tanto se debe rechazar el proyecto), e igual a cero (el

proyecto no produce beneficios ni costos, por lo tanto no genera cambios sustanciales en el bienestar social), respectivamente.

En este sentido, los beneficios corresponden al valor de las acciones de prevención, corrección, mitigación y compensación para corregir los impactos negativos generados por el proyecto, el empleo generado, los recursos de regalías, los impuestos, etc.

Los costos corresponden al valor de los impactos negativos generados por el proyecto, los cuales deben ser valorados con las metodologías presentadas en la sección anterior, tales como: efectos sobre la salud, efectos sobre la productividad, impactos sobre el valor de las propiedades, impactos sobre la biodiversidad, impactos sobre valores históricos y culturales, costos del proyecto a precios cuenta, etc.

El ACB aplicado a los megaproyectos brindaría a la autoridad ambiental reguladora, bases sólidas para identificar si la implementación del proyecto genera pérdidas o ganancias en el bienestar social del país. De igual modo, es recomendable que el ACB sea un complemento de otras herramientas ya existentes, tales como el Estudio de Impacto Ambiental y la Evaluación de Impacto Ambiental. Los resultados de las evaluaciones ambientales y económicas lograrían tener resultados más robustos y precisos, que dirigir la gestión ambiental planificada.

Para los agentes privados (inversionistas), generar herramientas de análisis para la toma de decisiones de viabilidad de los proyectos de inversión más completos que la tradicional evaluación financiera. Finalmente, es recomendable tener en cuenta las siguientes consideraciones a la hora de implementar el análisis económico dentro del proceso de evaluación de impacto ambiental.

Los impactos positivos generan una externalidad positiva que es beneficiosa para la sociedad y, que por consiguiente, debe reconocerse para asegurar su

continuidad. Por otro lado, si el impacto es negativo significa que generará un costo que debe ser internalizado dentro de la estructura de costos del megaproyecto.

Considerar si los impactos ambientales son en la zona de influencia directa o indirecta del proyecto. Esto resulta importante a la hora de entender la dinámica impacto-receptor y así poder diseñar de manera eficiente los planes de minimización de impactos y de compensaciones para afectados.

Conocer la extensión del impacto ambiental en el tiempo para poder definir si la regulación o control de los impactos ambientales será de corto o de largo plazo. Bajo escenarios de largo plazo, es importante la evaluación permanente de las medidas ambientales, ya que en el transcurso del tiempo pueden variar las condiciones asociadas al proyecto. La disminución del efecto de la incertidumbre en el control eficiente y eficaz de impactos ambientales exige la ejecución de estudios técnicos y económicos para ir calibrando los Planes de Manejo Ambiental en el tiempo. Solo de esta manera es que se podría hacer gestión eficiente y eficaz por parte del regulador ambiental.

Para definir de manera correcta los montos de inversión en prevención, corrección, mitigación y compensación de impactos ambientales es necesario conocer cuales impactos ambientales pueden ser internalizados a través de su control y cuales definitivamente se pueden manifestar en la forma de externalidades ambientales. Esta clasificación es importante para dirigir medidas de prevención en los impactos ambientales más complejos en cuanto a su mitigación y compensación y dejar aquellos impactos de mas fácil control a través de la inversión en corrección y mitigación y compensaciones de tipo pecuniario (compensaciones a partir de la comprobación de pérdidas y/o afectaciones que se puedan valorar usando los mecanismos de mercado).

Generar información ambiental en calidad y cantidad ambiental que permita la correcta proyección de los impactos ambientales o como alternativa proyectar la posible afectación (a través de la estimación de funciones dosis respuesta o la proyección de indicadores de estrés o afectación sobre receptores tales como personas, ecosistemas, plantas, animales, y materiales inertes). Esta información es clave para hacer la valoración económica del impacto que será la que alimentará el flujo de caja con regulación o control de impacto ambientales del megaproyecto.

4.1.4 Zonificación de Manejo Ambiental

La zonificación de manejo busca evaluar la vulnerabilidad de las unidades ambientales (zonificación ambiental) ante la construcción y operación de un proyecto.

El análisis de cada una de las unidades de manejo debe realizarse de manera cualitativa y cuantitativa, utilizando sistemas de información geográfica. La evaluación debe definir las restricciones de tipo abiótico, biótico y socioeconómico. Se deben agrupar estas unidades en las siguientes áreas de manejo:

- ✓ Áreas de exclusión.
- ✓ Áreas de intervención con restricciones.
- ✓ Áreas de intervención.

A partir de este nivel de sensibilidad de la oferta ambiental, es preciso determinar entonces el nivel de intervención en función de los requerimientos de las diferentes actividades proyectadas de tal manera que se garantice la sostenibilidad ambiental del área.

4.1.5 Plan de Manejo Ambiental

A partir de la evaluación ambiental desarrollada para el proyecto se deben formular las estrategias, programas y proyectos orientados al establecimiento de medidas de prevención, mitigación, corrección y compensación.

Las medidas de manejo ambiental deben contener entre otros aspectos: tipo de impacto, tipo de medida, localización (ubicación cartográfica cuando aplique), objetivos, metas, descripción técnica, actividades, cronograma, costo y responsable.

Se deben presentar de manera clara y precisa indicadores ambientales de evaluación y seguimiento que permitan evaluar el cumplimiento y efectividad de las medidas de manejo planteadas. Para la construcción de los indicadores ambientales se sugiere consultar entre otras, lo establecido en la Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 14031, las guías ambientales publicadas por el MAVDT y el documento “Indicadores socioculturales para la evaluación y seguimiento de la dimensión social en los EIA y PMA”, que se encuentra en el Centro de Documentación del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

El plan de manejo ambiental incluye las medidas para reducir o evitar impactos mediante estrategias o alternativas de localización, cambios en el diseño o configuración del proyecto, cambios en los métodos o procesos, tratamiento de vertimientos y emisiones, cambios en los planes y prácticas de implementación, medidas para reparar o remediar impactos y medidas para compensar impactos, entre otros.

El plan de manejo ambiental se integra con las actividades del proyecto, considerando que los impactos más significativos son generados en una o varias de las etapas del proyecto, la evaluación de impactos potenciales debe predecir en cuál etapa sucederá el fenómeno y diseñar un programa, obra o acción de tal forma que se controle su efecto o éste sea mitigado.

Las medidas de compensación por pérdida de biodiversidad se deberán realizar acorde con la metodología, criterios y procedimientos para la determinación y cálculo de medidas de compensación desarrollada por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT, The Nature Conservancy- TNC, World Wildlife Fund – WWF y Conservación Internacional – CI; De manera general se informa que para el cálculo y determinación de las medidas de compensación por pérdida de biodiversidad en términos de área para proyectos sometidos a licencia ambiental, el peticionario deberá tener en cuenta los siguientes criterios:

- a) La equivalencia ecológica, entendido como el criterio que permite identificar el tipo de elementos de la biodiversidad a compensar y el área geográfica en la cual efectuar la respectiva compensación. Para establecer las equivalencias ecológicas del ecosistema perdido, la compensación debe realizarse o localizarse en fragmentos del mismo tipo de ecosistema que formen parte del Portafolio de Áreas Prioritarias para la Conservación establecido por la respectiva autoridad ambiental, considerando la viabilidad, riqueza de especies y nivel de amenaza del ecosistema perdido y su correspondencia en el área propuesta.
- b) La valoración de la significancia nacional de la biodiversidad afectada, que determina el área total objeto de compensación en ecosistemas equivalentes que forman parte del Portafolio de Áreas prioritarias para la Conservación establecido por la respectiva autoridad ambiental.

4.1.6 Programa de Monitoreo y Seguimiento

Este programa busca determinar los efectos ocasionados por el proyecto sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico, registrar periódicamente las actividades ambientales realizadas, ejecutar las mediciones necesarias con el fin de detectar cambios relevantes y plantear las medidas correctivas correspondientes.

El programa debe incluir un sistema de indicadores para medir su efectividad y cumplimiento y las tendencias de calidad del medio ambiente y debe contemplar como mínimo:

- ✓ La identificación de elementos y de procesos ambientales a controlar y vigilar en cada fase del proyecto.
- ✓ La selección de indicadores ambientales para estimar la evolución de la calidad del medio respecto de los elementos y procesos a controlar.
- ✓ La definición de sitios de muestreo y frecuencia de seguimiento.
- ✓ Los lineamientos para la comparación de los resultados del monitoreo frente al estado ambiental inicial del área de influencia del proyecto.
- ✓ Los lineamientos para establecer la efectividad de las medidas de manejo implementadas.
- ✓ Los lineamientos para identificar los impactos no previstos y la necesidad de proponer medidas adicionales.
- ✓ Definir las limitaciones y ajustes de los monitoreos efectuados.

4.1.7 Plan de Contingencia

Con este plan se busca valorar los riesgos y presentar los lineamientos para prevenir, atender y controlar adecuada y eficazmente una emergencia.

El plan de contingencia debe contemplar como mínimo:

- ✓ Cobertura geográfica y áreas del proyecto que pueden ser afectados por una emergencia.
- ✓ Análisis de las amenazas (internas y externas) del proyecto, la evaluación de consecuencias de los eventos amenazantes sobre los elementos identificados como vulnerables así como los niveles de aceptabilidad del riesgo. Se debe evaluar el escenario para cada caso.

- ✓ Identificación de los recursos necesarios y valoración de la capacidad real de respuesta del proyecto ante una emergencia.
- ✓ Diseño de las estrategias de atención de la emergencia para cada escenario que haya sido valorado en el análisis de riesgos como que requiere un plan detallado.
- ✓ Plan operativo donde se definen las acciones y decisiones para afrontar adecuada y eficazmente una emergencia según los recursos disponibles.
- ✓ La información de apoyo logístico, equipos, infraestructura del área de influencia, entre otros, que sirve de base para la adecuada atención de la emergencia.

4.1.8 Plan de Abandono y Restauración

Para las áreas e infraestructura intervenidas de manera directa por el proyecto, debe:

- ✓ Presentar una propuesta de uso final del suelo en armonía con el medio circundante.
- ✓ Señalar las medidas de manejo y reconfiguración morfológica y paisajística que garanticen la estabilidad, restablecimiento de la cobertura vegetal, según aplique y en concordancia con la propuesta del uso final del suelo.
- ✓ Presentar una estrategia de información a las comunidades y autoridades del área de influencia acerca de la finalización del proyecto y de la gestión social.
- ✓ Presentar los indicadores de los impactos acumulativos y de los resultados alcanzados con el desarrollo de los programas del PGS.

4.1.9 Plan de Inversión del 1%

Por el uso del recuso hídrico tomado de fuente natural (superficial y/o subterráneo), se debe presentar una propuesta técnico-económica para la inversión del 1%, de conformidad con la normatividad vigente.

4.2 PLANEACIÓN DEL PROYECTO

Esta etapa consiste en realizar la planeación general de todas las actividades del estudio ambiental a desarrollar. Durante esta etapa se debe dar a conocer los siguientes aspectos:

- **Personal Involucrado:** Nombrar el Coordinador del Proyecto, el Coordinador de la Comisión de campo y el grupo base para la realización de estudio. (Ver numeral 3.5)
- **Especificaciones técnicas del proyecto:** Se deben dar a conocer las generalidades del proyecto (ubicación geográfica, antecedentes, etc.), la fecha de inicio y finalización del contrato, el tipo de estudio a realizar (EIA, PMA, DAA u otro) y los términos de referencia legales o las especificaciones del cliente, según sea el caso. Adicionalmente, se deben definir las funciones y responsabilidades de los profesionales participantes y sus tiempos de dedicación al proyecto.
- **Información secundaria existente:** Se debe revisar la existencia y disponibilidad de información secundaria (libros, información de Internet, estudios realizados anteriormente, planchas de bases cartográficas y suelos, planchas geológicas, información climatológica, entre otras), que sirvan como material de soporte para desarrollar y elaborar el documento. La información secundaria debe ser organizada de acuerdo a las necesidades del proyecto y estar a disposición de los profesionales con el fin de que realicen las revisiones

necesarias y se definan los vacíos de información para así tener claro qué se debe recopilar en campo y qué se debe solicitar al cliente.

- **Programación del trabajo de campo:** Una vez definidas las responsabilidades y funciones de los profesionales del grupo de trabajo, se debe establecer la información clave técnica-ambiental y social que se deberá conseguir mediante la visita de campo. Además en esta etapa de planeación se debe determinar la fecha de inicio y finalización de la visita, el medio de movilización, el sitio de hospedaje, las principales actividades a desarrollar y los equipos, materiales y elementos de seguridad requeridos por cada uno de los integrantes de la comisión de campo.
- **Compras a realizar:** Por último, un aspecto clave de la planeación es realizar un listado de compras como cartografía, análisis fisicoquímicos e hidrobiológicos, análisis de suelos, monitoreos de aire y ruido, entre otros, que serán necesarios adquirir para la realización del Estudio Ambiental requerido por el cliente
- **Preparación para el desplazamiento a campo:** Para realizar un buen trabajo de campo y lograr el cumplimiento de las labores planeadas se deben desarrollar una serie de actividades como:
 - ✓ Elaborar cartas de presentación dirigidas a las administraciones municipales o departamentales que correspondan, explicando el objeto del estudio a realizar y dando a conocer la empresa y el personal de la comisión.
 - ✓ Cada profesional que haga parte de la comisión de campo prepara el (los) instrumento(s) que considere necesario(s) para la recolección de información en campo; estos instrumentos pueden ser formatos de encuesta, listas de chequeo, mapas del área, libretas de campo, tablas de recolección de datos, entre otros.

En la **Figura 6**, se muestra un esquema de la planeación del proyecto de los estudios ambientales.

Figura 6. Esquema de la Planeación del Proyecto.



Fuente: C&MA LTDA.

4.2.1 Administración de Proyectos Microsoft Project Profesional 2007

Microsoft Project (o MSP) es un software de administración de proyectos diseñado, desarrollado y comercializado por Microsoft para asistir a administradores de proyectos en el desarrollo de planes, asignación de recursos a tareas, dar seguimiento al progreso, administrar presupuesto y analizar cargas de trabajo.

4.2.1.1 Planeación de un Proyecto con Microsoft Project

- **FASE I:** Esta fase consiste en la Creación del proyecto dentro del programa, la asignación de las tareas y/o actividades que se realizarán priorizando aquellas

tareas más importantes que marcan la pauta en la elaboración del proyecto. Para esto se deben seguir los siguientes pasos:

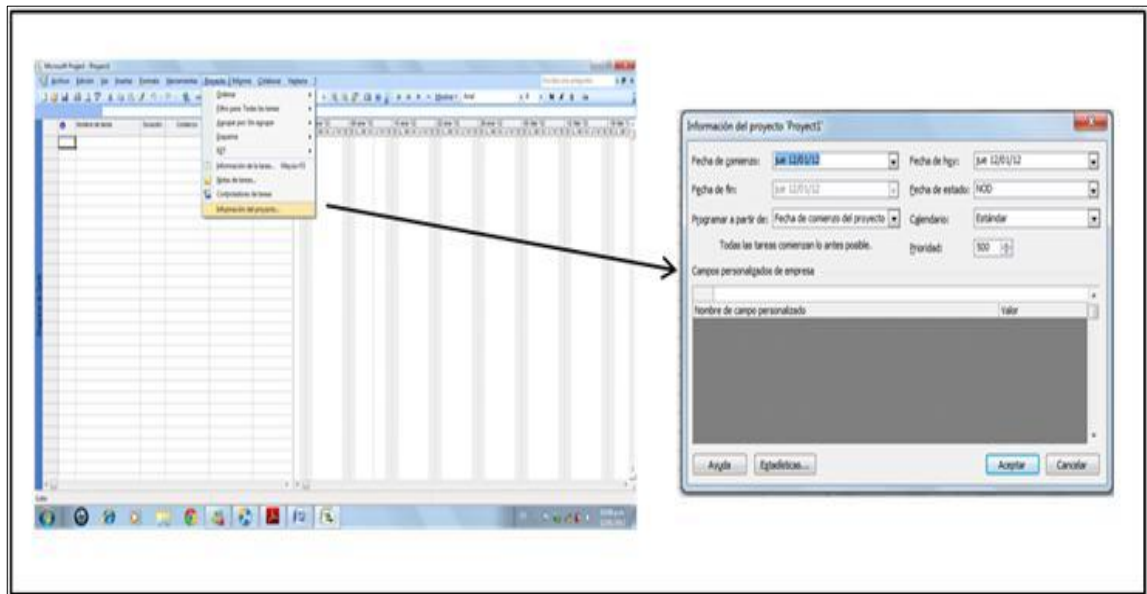
4.2.1.1.1 Especificación de la información del proyecto

Para la creación de un proyecto se debe especificar la fecha de inicio del proyecto, lo cual se realiza una vez abierto Microsoft Project a través del menú “**Proyecto**”, de la barra de menús. La ventana que aparece dentro de la opción “**Información del Proyecto**”, permite especificar las fechas de inicio del proyecto, la prioridad de las tareas entre otras cosas (Ver **Ilustración 1**). Dentro del cuadro que se despliega se observa la siguiente:

- **Fecha de Inicio:** Permite especificar la fecha en que se iniciarán las actividades del proyecto. Si no se especifica Project toma la fecha actual como la fecha de inicio del proyecto.
- **Fecha de Finalización:** Esta fecha no se puede especificar en este recuadro, ya que automáticamente será calculada por Project cuando se indique la fecha de finalización de la última tarea del proyecto.
- **Agenda desde:** Esta opción permite indicarle a Project, cómo manejará la “agenda” para el proyecto en base a la fecha de inicio del proyecto o a la fecha de finalización del proyecto, esto permitirá evaluar el avance o atraso del proyecto.
- **Fecha Actual:** Indica la fecha actual, donde se está iniciando el proyecto.
- **Fecha de Estatus:** Esta fecha Project la utiliza para realizar cálculos de costos.
- **Calendario:** Permite especificar el tipo de calendario que el proyecto utilizará, este es de gran importancia ya que se puede crear un nuevo calendario que indicara días no laborales.

- **Prioridad:** Permite especificar un nivel entre **0** y **1000** que servirá para especificar el nivel de importancia que tendrán las tareas para que puedan ser retrasadas dentro del proyecto.

Ilustración 1. Información Preliminar para la Creación del Proyecto en Microsoft Project.



Fuente: El Autor.

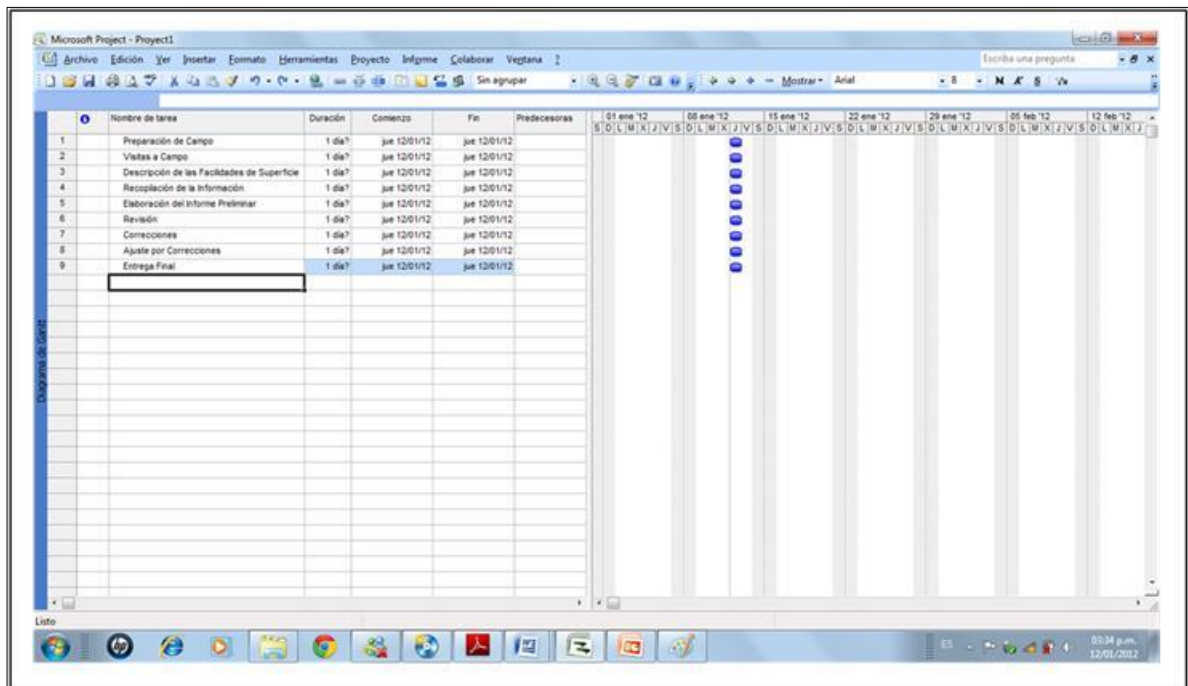
4.2.1.1.2 Creación de las tareas del proyecto

La creación de Tareas dentro de un proyecto en Microsoft Project, es fácil, ya que solo trata de **“Digital”** las actividades que se realizarán, lo interesante de las Tareas es la especificación de las fechas, recursos, si está condicionada por el esfuerzo. Lo que se verá a continuación será cómo **Indentar** tareas o especificar cuáles tareas serán principales y cuales serán secundarias.

Para introducir las tareas se procede a hacer lo siguiente (Ver **Ilustración 2**):

- Digitar las tarea o actividad del proyecto y pulsar **Enter**. Automáticamente la duración de la tarea será de 1 día (esta duración puede ser cambiada dependiendo de la duración real de la tarea). Para especificar la duración de la tarea en días se escribe el número acompañado con la letra (**d**), en horas la letra (**h**) y en minutos la letra (**m**) según sea el caso.

Ilustración 2. Creación de las Tareas en Microsoft Project.



Fuente: El Autor.

Para Indentar las tareas a ejecutar en el proyecto, se realiza lo siguiente (Ver **Ilustración 3**):

- Seleccionar las tareas que serán subtareas
- Presionar el botón de la flecha derecha

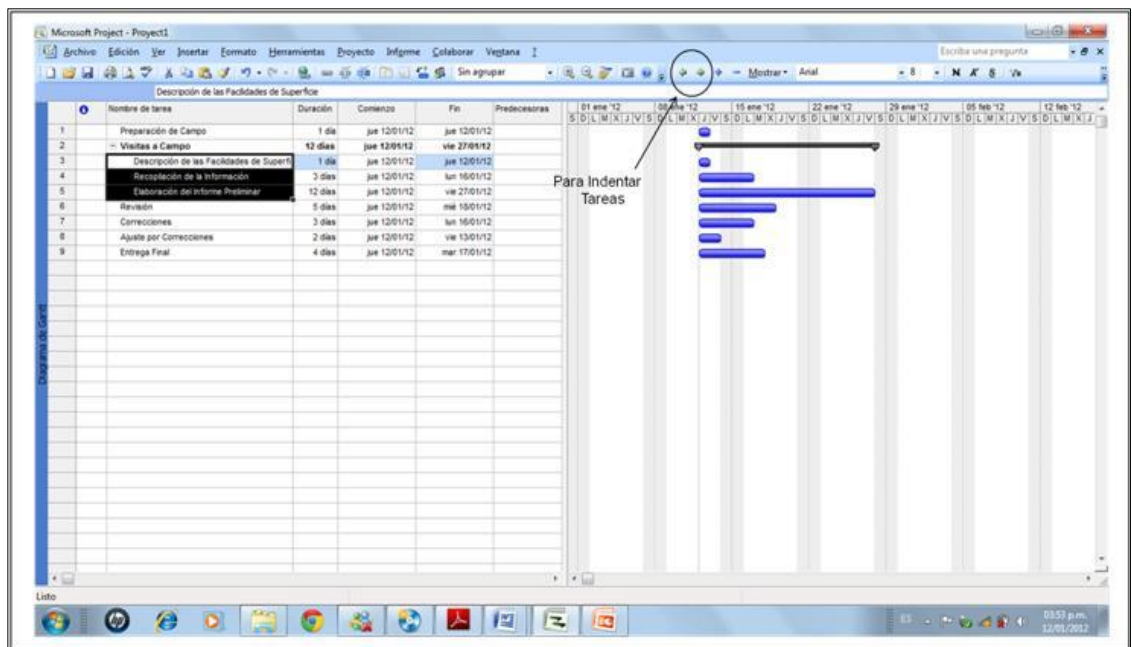
Aquí se mostrarán aquellas tareas principales o mayores, las cuales tendrán una duración mayor debido a que cuentan con subtareas. Para eliminar las subtareas se hace lo siguiente:

- Seleccionar la subtarea(s)
- Presionar el botón de la flecha izquierda

Pueden existir subtareas que no pertenezcan en conjunto a una tarea principal o mayor, es decir, que estas subtareas son independientes y no afectan de manera significativa una actividad principal. Para crear este tipo de subtareas se procede de la siguiente forma:

- Se digita la subtarea a realizar
- Se selecciona la subtarea, se presiona el botón de la flecha izquierda, quitando así el indentado solo para esa tarea en particular (con esto se logra la no dependencia de la actividad principal de dicha subtarea).

Ilustración 3. Definición de Tareas y Subtareas



Fuente: El Autor.

4.2.1.1.3 Asignación de Tareas Repetitivas al Proyecto

Existirá la necesidad de representar en el proyecto actividades que se repetirán durante cierta secuencia de tiempo, donde es necesario que no se visualice como una sola tarea sino más bien como pequeñas proporciones de una actividad a lo largo del tiempo.

Para realizar este tipo de tareas de forma repetida durante la ejecución del proyecto se hace lo siguiente (Ver **Ilustración 4**):

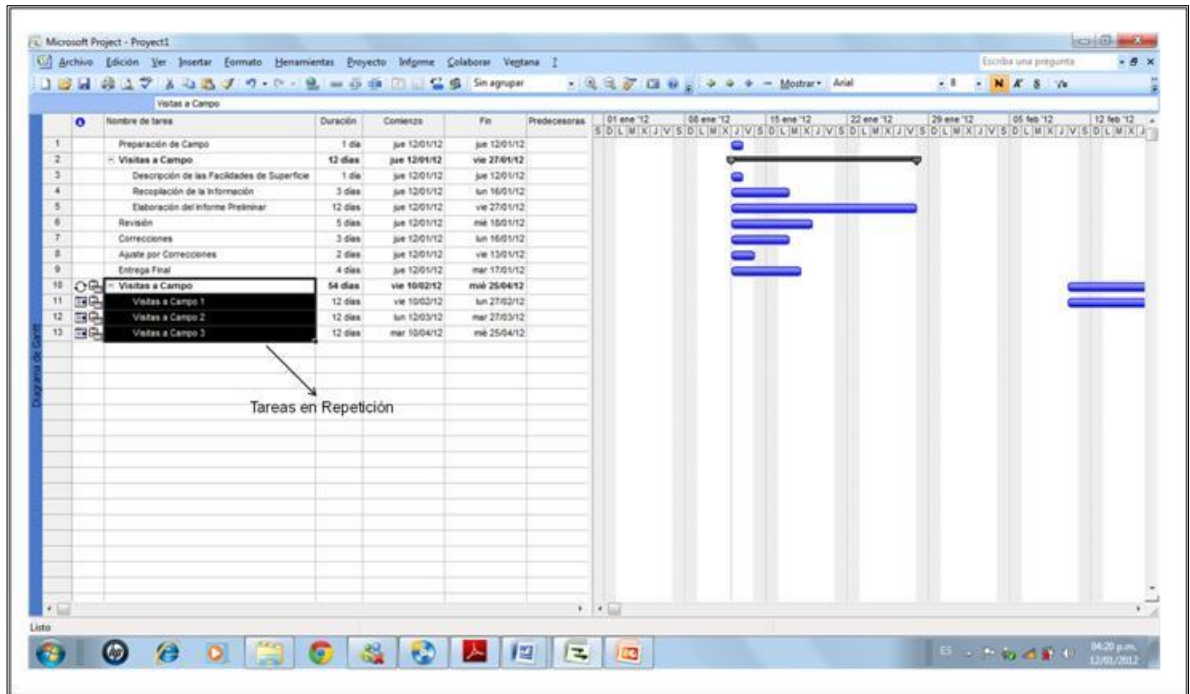
- En la pestaña **Insertar** de la barra menú y se selecciona la opción **Tarea Repetitiva**.
- Se especifica cuál será el nombre de la tarea repetitiva y las características adicionales para esta tarea:

Patrón de recurrencia: Indica la frecuencia con que la tarea se repetirá. Según el tipo de recurrencia seleccionado, así serán las opciones que aparecerán al lado, por ejemplo, si es semanal, aparecerán días, si es mensual aparecerá si será por ejemplo el primer día de cada mes.

Rango de recurrencia: Indica la cantidad de veces que ocurrirá la tarea ó el intervalo de tiempo en que se dará la tarea, indicado por las fechas de inicio y fin.

Calendario para la Tarea: Esta opción especifica la disponibilidad en días según el calendario seleccionado para la programación automática de esta tarea, por ejemplo se puede seleccionar un calendario donde los días miércoles no se trabajará.

Ilustración 5. Visualización de Tareas Repetitivas.

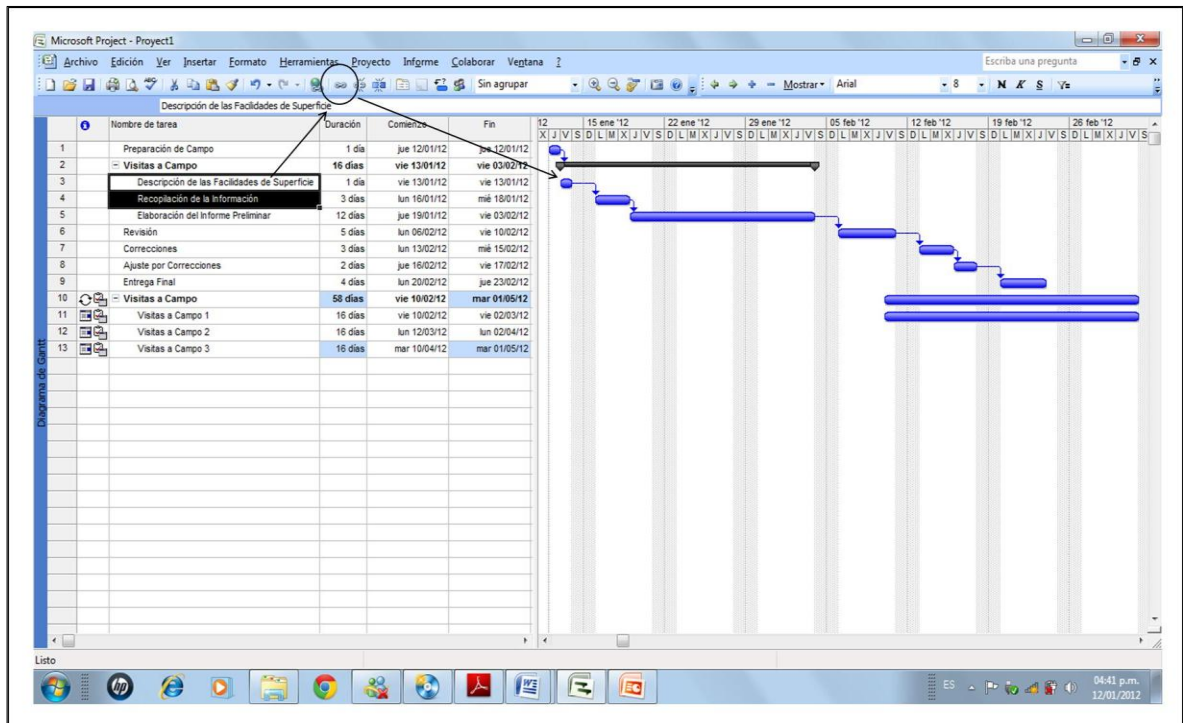


Fuente: El Autor.

4.2.1.1.4 Vinculación de Tareas

Para especificar que una tarea **Precede** a otra, se utiliza el ícono de Vincular Tareas que está ubicado en la barra de herramientas en forma de una cadena. Para realizar este proceso, es necesario sombrear las tareas que se desean vincular y posteriormente dar clic en tal ícono (Ver **Ilustración 6**).

Ilustración 6. Vinculación de las Tareas.



Fuente: El Autor.

El programa está diseñado para que el usuario según el estudio que vaya a realizar pueda desarrollar las actividades de su proyecto en un orden específico, estableciendo relaciones entre las tareas y subtareas. Cuando las tareas se vinculan, se pueden establecer cuatro tipos de relaciones entre ellas:

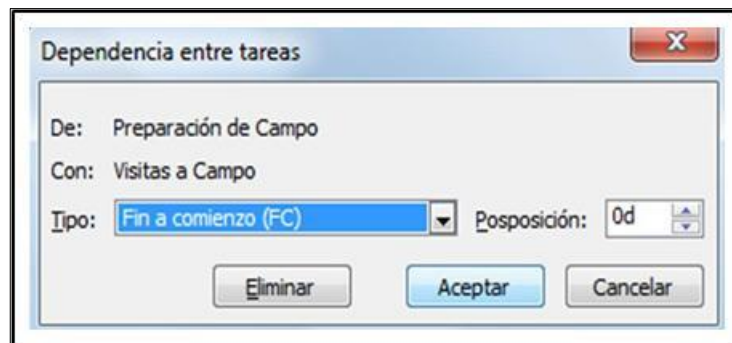
- **Relación Fin–Inicio:** Esta relación indica que al finalizar la tarea 1, inmediatamente comienza la tarea 2.
- **Relación Inicio–Inicio:** Esta relación indica que la tarea 1 y 2 inician simultáneamente.
- **Relación Fin–Fin:** Esta relación indica que finalizada la tarea 1, simultáneamente finaliza la tarea 2.
- **Relación Inicio–Fin:** Esta relación indica que en el momento de iniciar la tarea 1, finaliza la tarea 2.

Para especificar estas relaciones se pueden realizar dos procedimientos, descritos a continuación:

- a) Se deben vincular las tareas y posteriormente dar doble clic sobre la línea de conexión, de tal forma que se despliegue una ventana, en la cual se declara la dependencia de las tareas (Ver **Ilustración 7**).

Para indicar un tiempo de holgura indique la cantidad de días en la casilla **Posposición** (número positivo) Para indicar un tiempo de intersección entre las tareas indique un número negativo, que serían los días en que dichas tareas estarían coincidiendo.

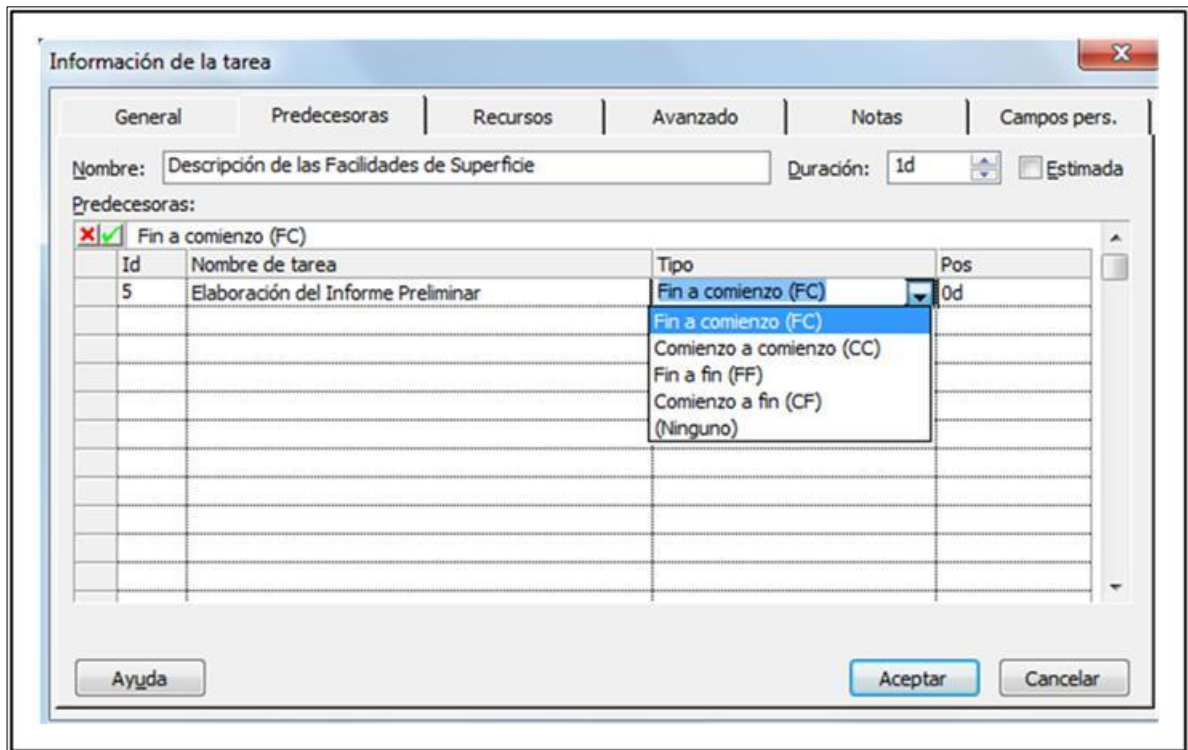
Ilustración 7. Relación entre la Ejecución de las Tareas, Línea de Conexión.



Fuente: El Autor.

- b) Una vez que las tareas estén vinculadas, de doble clic en la última tarea de la relación (dentro de la tabla de Gantt, no en la sección gráfica) y en la casilla Predecesoras indique el tipo de relación y el tiempo de holgura de ser necesario (Ver **Ilustración 8**).

Ilustración 8. Relación entre la Ejecución de las Tareas, Tabla de Propiedades.



Fuente: El Autor.

4.2.1.1.5 Propiedades de las actividades

Cada una de las actividades dentro de un proyecto posee un conjunto de características que permiten trabajar con aspectos como: recursos asignados a las tareas, duración de la tarea, **prioridad de la tarea**, tipo de tarea, delimitación (restricciones) de la tarea, etc.

Para ver las propiedades de una actividad basta con dar clic derecho sobre la actividad y seleccionar del menú desplegable la opción de **Información de Tarea** (Ver **Ilustración 9**).

La ventana que se despliega muestra las siguientes pestañas:

- **Pestaña General:** En esta primera opción se puede indicar los siguientes aspectos: Porcentaje de avance de la actividad, Prioridad de la tarea, Modificación de la duración y nombre de la tarea.

La prioridad de todas las actividades es de 500 por defecto, este valor esta dado por los valores iniciales del proyecto y puede ser modificado usando el menú **Proyecto** opción **Información del Proyecto**. Cabe mencionar que Microsoft Project trata de no desplazar en el tiempo actividades que tengan una prioridad mayor.

- **Pestaña Predecesoras:** En esta opción se identifican cuales son las actividades que se encuentran precediendo a la actividad actual, si es que ya existiera vinculo asociado.

En caso de no existir vínculo con la tarea, desde esta opción se puede crear una relación dando clic sobre nombre de tarea y seleccionando la tarea con la cual se desea relacionar.

Tipo: Define el tipo de relación entre las tareas.

Posposición: Indica el tiempo de holgura o posposición entre las tareas.

- **Pestaña Recursos:** Desde esta opción se pueden asociar recursos (Trabajo y Material) a las actividades, al dar clic bajo **Nombre de Recurso** aparece el listado de recursos disponibles para el proyecto.

En la columna de **Unidades** se indica el porcentaje de tiempo que el recurso estará asignado a la actividad. (**Nota:** 100% = 8 horas).

La asignación de recursos se debe de realizar con asignación de unidades adecuadas ya que esto puede provocar que el recurso asignado pueda convertirse en recurso sobre asignado, por efectos de una mala asignación de unidades de trabajo.

- **Pestaña Avanzada:** Esta pestaña contiene información propia de las actividades a realizar en el proyecto, en relación a la fecha para la ejecución de la actividad, el tipo de tarea y la disposición de los recursos asignados a las actividades a realizar, entre otras.
- ✓ **Fecha Límite**
- ✓ **Tipo de Delimitador:** El delimitador es una condicionante que una actividad puede tener, por defecto la condicionante inicial es: Tan pronto sea posible, sin embargo existen otras como: Debe finalizar (se indica fecha), Debe iniciar (se indica fecha).

Estos delimitadores permiten que la tarea se quede “anclada” a un rango de fechas indicado o que tenga cierta flexibilidad con relación al calendario de trabajo.

- ✓ **Tipo de Tarea:** Las tareas pueden ser de tres tipos: Duración Fija, Unidades Fijas y Trabajo Fijo.

Los tipos de tarea se utilizan cuando durante el desarrollo del proyecto se agregan recursos o se modifican los porcentajes de unidades de asignaciones de los recursos, ya que estos cambios producen que la duración en horas cambie.

- ✓ **Condicionada por el esfuerzo:** Esta opción permite que la duración de la tarea se reduzca en base al esfuerzo, esto quiere decir, que entre más recursos se agreguen a la tarea, su duración será menor. En casos reales esto no es necesario, por lo cual esta opción debe de estar sin seleccionar.
- **Pestaña Notas** En esta viñeta se indican los comentarios asociados a la tarea. Se puede modificar el tipo de letra, la alineación del texto e insertar objetos u otros archivos asociados a esta actividad.

Ilustración 9. Tabla de Propiedades de las Tareas.

The screenshot shows a dialog box titled "Información de la tarea" with a close button (X) in the top right corner. The dialog has six tabs: "General", "Predecesoras", "Recursos", "Avanzado", "Notas", and "Campos pers.". The "General" tab is selected. The fields are as follows:

- Nombre:** Descripción de las Facilidades de Superficie
- Duración:** 1d (with up/down arrows)
- Estimada
- Porcentaje completado:** 0% (with up/down arrows)
- Prioridad:** 500 (with up/down arrows)
- Fechas:**
 - Comienzo:** vie 13/01/12 (dropdown arrow)
 - Fin:** vie 13/01/12 (dropdown arrow)
- Ocultar barra de tareas
- Ajustar barras de Gantt a resumen

At the bottom, there are three buttons: "Ayuda", "Aceptar", and "Cancelar".

Fuente: El Autor.

- **FASE II:** Una vez creadas las actividades que se van a realizar en el proyecto, organizadas de acuerdo a sus prioridades y el orden de ejecución de las mismas, se procede a realizar la distribución de los recursos propios de cada tarea y/o actividad según cada uno de estos requiera. Esta fase consiste en asignar los recursos necesarios para que las actividades se desarrollen en óptimas condiciones, de tal forma que no se sobrestimen ninguno de los recursos. Además de detallar la forma como se puede personalizar la información del proyecto en las diferentes vistas que ofrece el programa.

4.2.1.1.6 Asignación de Recursos

La asignación de recursos a las tareas, se refiere a las personas que ejecutarán dichas actividades, las cuales pueden ser: personas, empresas o maquinaria.

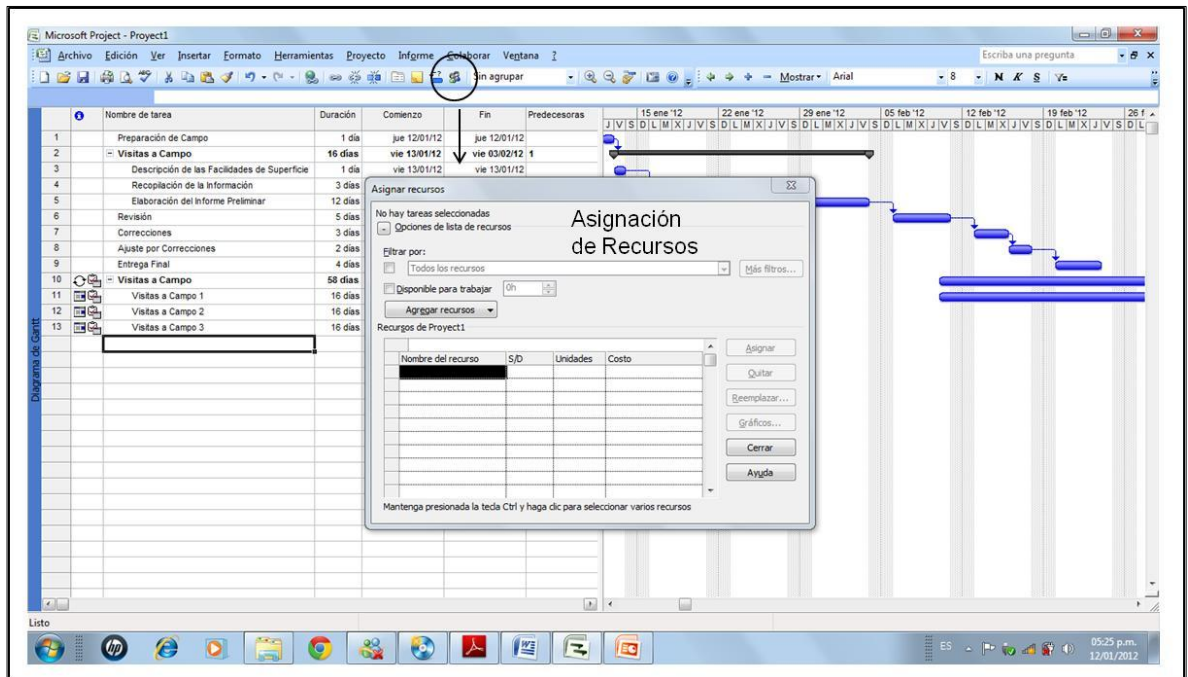
Microsoft Project posee una “vista” para manejar los recursos del proyecto. En la hoja de recursos es importante denotar que cuando se agrega un recurso, automáticamente aparece en la columna de **Unidades Disponibles** 100%, esto indica el total de disponibilidad del recurso para con el proyecto.

Cuando un recurso esta sobre asignado aparece en color rojo, esto indica que la asignación de unidades de trabajo para este recurso no fue la adecuada o que el porcentaje de unidades máximo para el recurso en la hoja de recursos es muy poca. Existen dos tipos de recursos: de **Trabajo** y **Material**, siendo el primero para asignación de personas a actividades y el segundo para hacer referencia a los activos que tendrán participación en el proyecto.

Para asignar recursos a actividades específicas se puede realizar desde las propiedades de la tarea, ó desde el botón de asignación de recursos de la barra de herramientas (Ver **Ilustración 10**).

De manera natural Microsoft Project, ajusta el tiempo de duración de las tareas, cuando a éstas se les asigna más de un recurso.

Ilustración 10. Asignación de Recursos Microsoft Project.



Fuente: El Autor.

Si existen tareas a las cuales se les asigna varios recursos la duración de la tarea disminuirá, por tanto, se debe deshabilitar esta característica en la ventana que contiene la información de la actividad a desarrollar (Pestaña Avanzada, opción **Condicionada por el Esfuerzo**).

4.2.1.1.7 Propiedades de los Recursos

Para visualizar las propiedades de los recursos es necesario dar doble clic sobre el recurso. A continuación se despliega una ventana en la cual se encuentra toda la información acerca del recurso, dentro de la información se encuentra la siguiente (Ver **Ilustración 11**):

- **Pestaña General:** En esta opción se indican los siguientes datos: Correo Electrónico (si el recurso es una persona), Grupo del recurso y Disponibilidad del recurso.
- **Costos:** En esta opción se indica el valor generado por la utilización de los recursos en pesos.
- **Tiempo Laboral:** Acá se indica el calendario personalizado de cada recurso, pudiendo indicar cuáles serán los días en que este recurso no estará disponible para con el proyecto. En caso de que asignar a un recurso a una tarea en un rango de fechas en que el recurso en su calendario laboral tiene indicado que no trabajara, Microsoft Project mueve la tarea al siguiente día laboral del recurso (**cambiar calendario laboral**).

Ilustración 11. Propiedades de los Recursos.

The screenshot shows the 'Información del recurso' dialog box with the following details:

- General Tab:**
 - Nombre del recurso: Internet
 - Correo electrónico: (empty)
 - Cuenta de Windows...: (empty)
 - Tipo de reserva: Confirmada
 - Iniciales: I
 - Grupo: (empty)
 - Código: (empty)
 - Tipo: Trabajo
 - Etiqueta de material: (empty)
 - Propietario predeterminado de asignación: (empty)
 - Disponibilidad de recursos:

Disponibles desde	Disponibles hasta	Unidades
NOD	NOD	100%
- Buttons:** Ayuda, Detalles..., Aceptar, Cancelar.

Fuente: El Autor.

4.2.1.1.8 Personalización de la Información

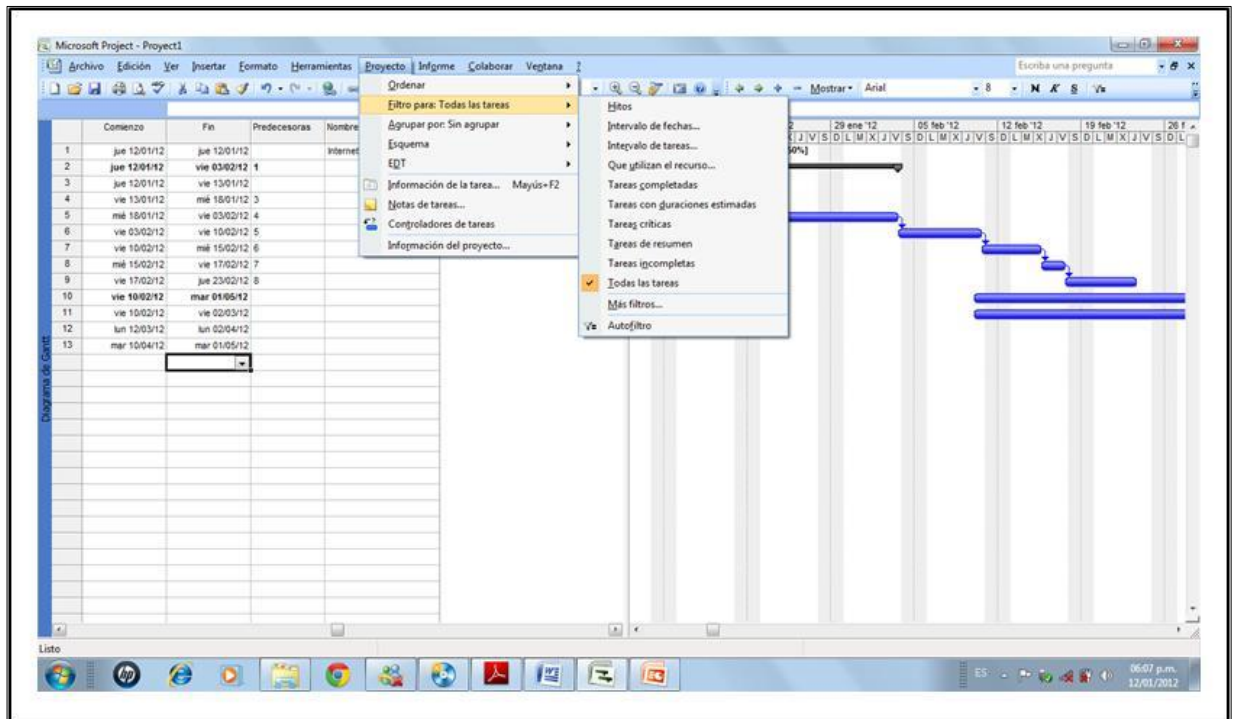
- **Filtros:** Los filtros son formas de personalizar la información que se desea ver en cada una de las vistas de Microsoft Project (Ver **Ilustración 12**). Se pueden usar filtros ya predefinidos para tareas o recursos incluso crear nuevos filtros según los criterios que se establezcan.
 - ✓ **Filtros Predefinidos:** Los filtros predefinidos se encuentran dentro del menú **Proyecto** en la opción de **Filtrar por:** De los filtros predefinidos se encuentran: Tareas completadas, Tareas críticas, Tareas que se encuentran dentro de un rango de fechas, Tareas resumen, entre otros.

Para desactivar un filtro seleccione **Todas las Tareas**.

La opción de **Autofiltro** funciona al igual que Microsoft Excel, coloca filtros para cada una de las columnas en la sección de datos de Project.

Para seleccionar más filtros, seleccionar **Mas Filtros** (Ver **Ilustración 13**) y muestra la siguiente ventana con la cual se tiene acceso a la lista completa de los filtros disponibles en Project, de igual forma permite crear nuevos filtros según sea la necesidad.

Ilustración 12. Asignación de Filtros.

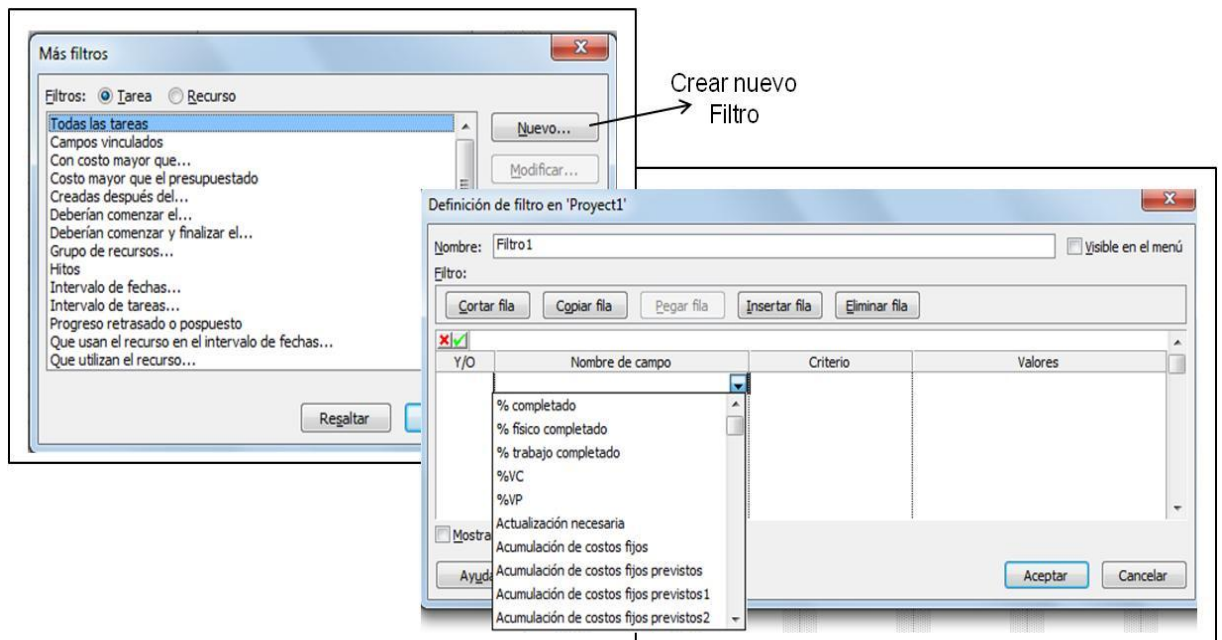


Fuente: El Autor.

- ✓ **Creación de Nuevos Filtros:** Para la definición de nuevos filtros de información dentro de Microsoft Project, es necesario determinar si será un filtro para Tareas o Recursos, ya que esto determina los campos disponibles para la creación del filtro. Los aspectos necesarios para la creación de un filtro son: Nombre del filtro, condición y campos a filtrar.

Un filtro personalizado puede tener a través de condiciones a más de un campo bajo los cuales la información se estará filtrando la información.

Ilustración 13. Creación de Nuevos Filtros.

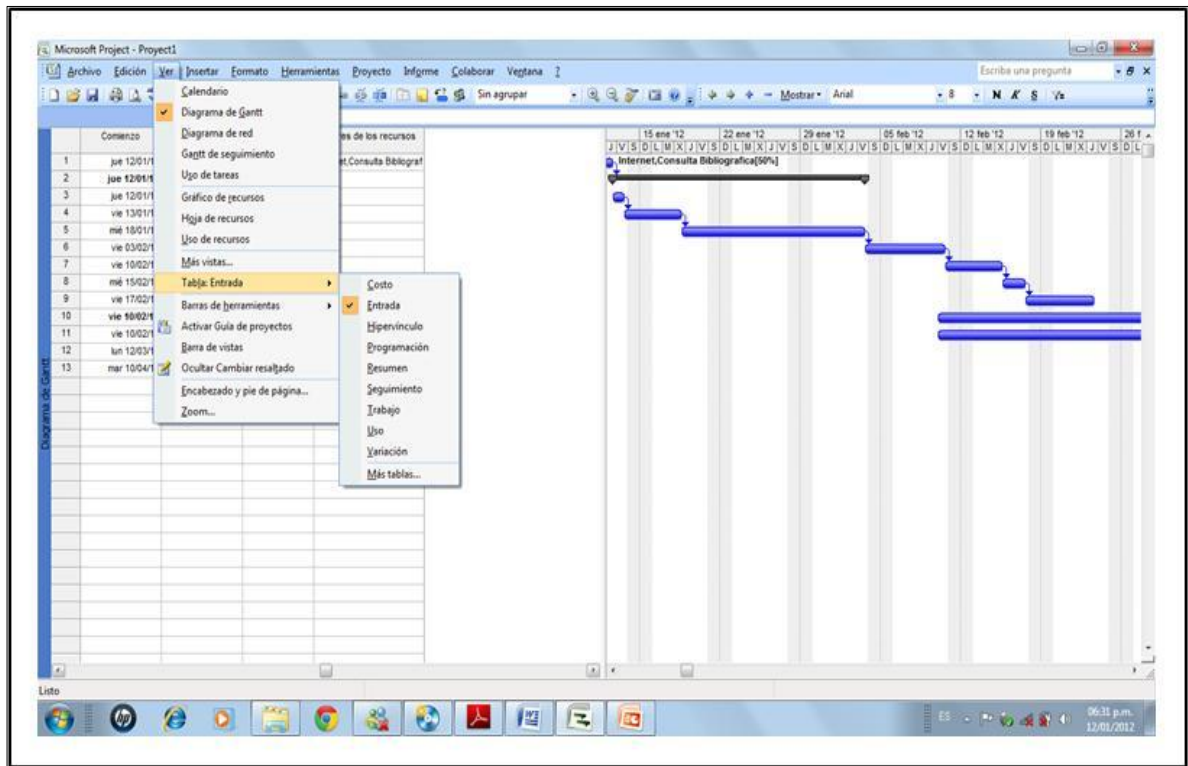


Fuente: El Autor.

- **Tablas de Datos:** Las tablas de datos permiten mostrar otros tipos de información asociadas al proyecto. Para tener acceso a las diferentes tablas de datos que Microsoft Project posee, se utiliza el menú **Ver** dentro de la opción **Tablas** (Ver **Ilustración 14**), también se pueden crear nuevas tablas para poder mostrar en la sección de datos los campos que se necesiten.

Existen diferentes tablas prediseñadas para controlar la información del proyecto, de igual forma existen tablas asociadas a **Tareas** y a **Recursos**, para tener acceso a ellas seleccionar la opción de **Mas Tablas**.

Ilustración 14. Tabla de Datos.



Fuente: El Autor.

4.2.1.1.9 Análisis de los Recursos Asignados

La programación que hace Project está basada en base a la disponibilidad de los recursos y a la asignación de estos a las tareas del proyecto. Para trabajar con la programación de los recursos, es de gran utilidad la barra de herramientas de **Administración de Recursos**, la cual se activa desde el Menú Ver, opción Barra de Herramienta.

- **Análisis de Recursos Sobre asignados:** La sobre asignación de recursos se da por los siguientes motivos:
 - ✓ Mala asignación de unidades en los recursos sobre las tareas asignadas.

- ✓ Mala programación de actividades para el mismo recurso.
- ✓ Uso de un nivel no adecuado de unidades máximas para un recurso en particular.

Cuando un recurso está sobre asignado, es decir, con más tareas de las que en realidad puede hacer, Microsoft Project muestra el recurso en rojo y con un indicador de sobre asignación para el recurso, en la **hoja de recursos** (Disponible en el Menú **Ver** de la barra de herramientas).

Para evitar la sobrestimación de los recursos se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- ✓ Asignando un porcentaje de participación de los recursos adecuados para las tareas donde están asignados. (Recordar que por defecto, se define 100% = 8 horas).
 - ✓ Definir una programación de actividades (fechas de realización de actividades) de manera que no coincida para el mismo recurso, en caso contrario utilizar otro recurso.
 - ✓ Definir un nivel de unidades máximo mayor al sugerido por Microsoft Project, es decir, 500% o más.
- **Modificación del Ritmo de Trabajo de los Recursos:** Pueda que se presente la necesidad de modificar el ritmo de trabajo, es decir, la cantidad de tiempo designado para la realización de una actividad. Por ejemplo: Poner un mayor empeño en la realización de la actividad durante el final de la actividad.

Para modificar el ritmo de tiempo asignado para la realización de una actividad en un recurso, realizar los siguientes pasos:

- ✓ Ir a la vista de Uso de Tareas (Menú Ver, opción Uso de Tareas)
- ✓ Dar doble clic sobre el recurso al cual se desea cambiar la distribución de tiempo.

- ✓ Seleccionar la distribución de tiempo para ese recurso en esa actividad seleccionada.
- **FASE III:** Asignados los recursos de forma óptima, de tal forma que no se generen sobrestimaciones, se procede a esta fase; la cual consiste en realizar la administración de los costos del proyecto, los cuales son generados por la asignación de los recursos mencionados anteriormente, permitiendo así llevar un control sobre la viabilidad del proyecto. Además esta fase también incluye el seguimiento, actualización del proyecto y la generación de reportes sobre el avance del mismo.

4.2.1.1.10 Administración de Costos del Proyecto

Los costos de un proyecto se inician con la asignación de recursos a las actividades, sin embargo, antes es necesario que se definan las diferentes tasas de pago para los recursos que se utilizaran en el proyecto.

Cuando se crean los recursos, en la hoja de recursos aparecen dos columnas para indicar la tasa de pago inicial de un recurso así como también el pago por horas extras, esta definen la tasa de pago "A". Para tener acceso a las otras tasas de pago de un recurso, basta con accesar las propiedades del recurso dando doble clic. Existen cinco diferentes tasas que se pueden asignar a un recurso.

La utilización de diferentes tasas se da debido a la necesidad en un momento determinado, de que la participación de un recurso tenga un costo diferente según la actividad que desarrolle o a lo mejor en el horario en que lo haga.

La asignación de un recurso en una actividad utilizando una tasa de pago diferente se realiza de la manera siguiente:

- ✓ Ir a las vistas de: **Uso de Tareas** o **Uso de Recursos**

- ✓ Dar doble clic sobre el recurso o tarea a modificar la tasa de pago
- ✓ Seleccionar la tasa de pago con la que se calcularán los costos para esa tarea

Solo se selecciona la tasa de pago con la que se pagará a este recurso para esta actividad y el cálculo de los costos se realizará de acuerdo a lo establecido en esa tasa de pago.

- **Visualización de los costos de las actividades:** Para visualizar los costos de las actividades, se tienen dos opciones:
 - ✓ Generando un Reporte
 - ✓ Utilizando la tabla de costos

Usando la tabla de costos se pueden observar los costos acumulados o totales que están generando la utilización de los recursos para dichas actividades, para visualizar la tabla de costos, dar clic al **Menú Ver**, opción **Tabla: Costos**

En la tabla de costos se pueden asignar **Costos Fijos**, los cuales son introducidos manualmente y son utilizados para estimar variaciones según los costos actuales. De manera automática Microsoft Project realiza estimaciones del **costo real** utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{COSTO REAL} = (\text{Trabajo real}) * (\text{Tasa estándar}) + (\text{Trabajo real horas extras}) * (\text{Tasa horas extras}) + \text{Costos Recursos por Uso} + \text{Costos Fijos Tareas}$$

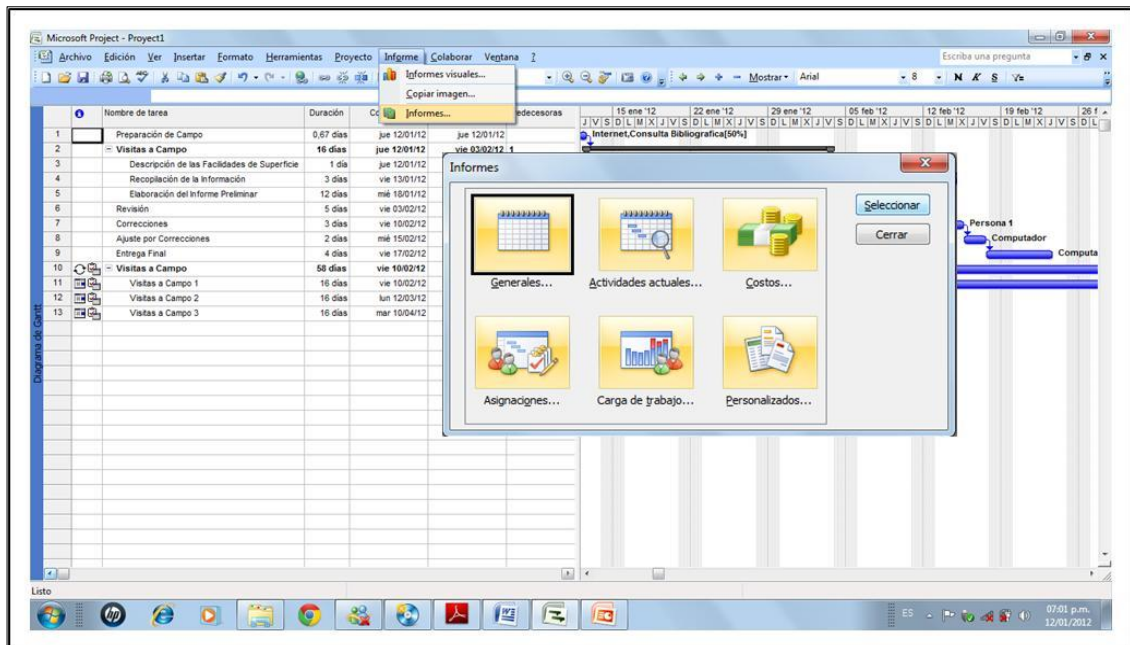
4.2.1.1.11 Generación de Reportes

La creación de reporte se realiza de manera automática ya que Microsoft Project posee una variedad de reportes preestablecidos los cuales son establecidos en base a todo el tipo de información que se ha proporcionado en el Proyecto.

Para acceder a los reportes predeterminados, se realiza desde el menú **Informe**, usando la opción **Reportes** (Ver **Ilustración 15**).

Existen diferentes tipos de reportes disponibles, algunos de éstos no estarán disponibles si no existe información para que sean creados, por ejemplo, si para ninguna tarea se especificó costos, los reportes relacionados con los costos no estarán disponibles. Para tener una idea más clara, con relación a los reportes de información general sobre el proyecto, basta con dar doble clic al tipo de reporte y se obtiene:

Ilustración 15. Generación de Reportes.



Fuente: El Autor.

Se pueden guardar múltiples líneas base, para efectos comparativos posteriores, esto se considera planes “interinos”, también es posible guardar este seguimiento para todo el proyecto o para las tareas seleccionadas previamente.

Existe una “vista” que permite observar el seguimiento de las tareas y los cambios en fechas realizados en las tareas dentro del proyecto, esta vista se llama GANT de SEGUIMIENTO, disponible en el Menú Ver.

Algo muy importante es siempre especificar el porcentaje de completado de las actividades dentro del proyecto ya que eso representará en las barras el porcentaje de completado.

4.2.1.1.13 Impresión de los Reportes

Al imprimir es necesario especificar cuáles serán las columnas que aparecerán en la impresión, para lo cual es necesario realizar los siguientes pasos: Dar clic a la vista preliminar y seleccionar la cantidad de columna que se desean imprimir.

4.3 REALIZACIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO

Partiendo de la planeación realizada para el proyecto específico y contando con el cumplimiento de la gestión necesaria para realizar el viaje, el personal que conforma la comisión de campo debe desplazarse al lugar de trabajo (de ser requerido un desplazamiento por transporte fluvial, éste debe realizarse). Una vez en campo, el grupo de trabajo, en cabeza del Coordinador de la comisión de campo, debe realizar una visita a la sede administrativa de la empresa contratante para reportar la llegada de la comisión de campo (si en el área existe presencia de la operadora); igualmente se debe adquirir información técnica del proyecto definida anteriormente como información necesaria para solicitar al cliente.

Una vez la comisión de campo esté instalada en el hospedaje establecido, se dividen las comisiones de acuerdo al trabajo a ejecutar:

- **Comisión técnico-ambiental:** Es la encargada de inspeccionar el área, verificar la información existente y recoger información primaria tal como muestras de agua para análisis físico químico, bacteriológico e hidrobiológico, definición de coberturas vegetales, muestras de suelo, levantamientos topográficos, inventario de aljibes, registros fotográficos, etc. Igualmente, se debe realizar un recorrido e inspección a la infraestructura existente y recolectar la información técnica requerida. La comisión deberá tomar muestras a los cuerpos de agua presentes en el área a intervenir así como realizar caracterizaciones in situ de vegetación e inventarios forestales (si aplica).

- **Comisión social:** Es la comisión que interactúa con la población con el objetivo de verificar información secundaria y adquirir información primaria relacionada con la población, infraestructura y servicios (existencia de escuelas, puestos de salud, juntas de acción comunal, acueducto, servicio de electricidad, telefonía, etc.); igualmente esta comisión realiza visitas a entidades públicas para comunicar sobre el proyecto y su área de influencia. Además es la encargada de llevar a cabo reuniones informativas con la comunidad, recopilando información a través de encuestas.

El grupo de trabajo dividido en las dos comisiones recorre el área de trabajo realizando las funciones acordadas durante la planeación del servicio, de tal manera que se dé cumplimiento a las labores.

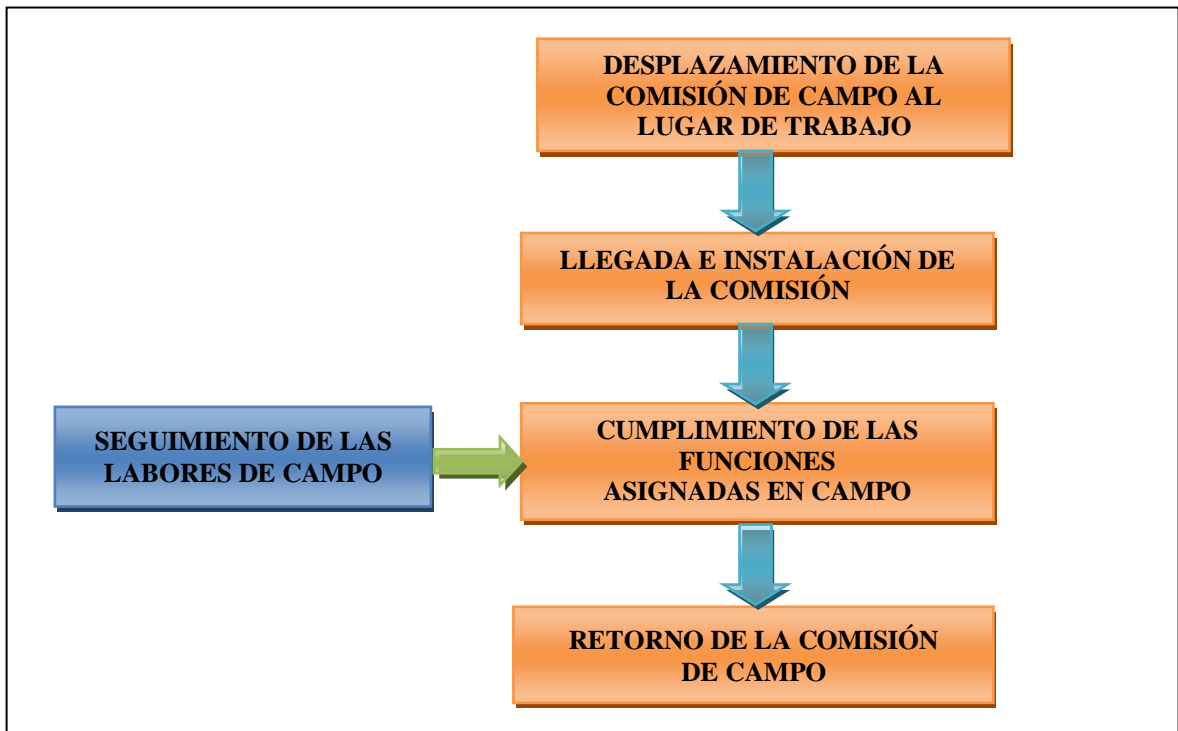
4.3.1 Seguimiento de las Labores en Campo

Durante la estadía de la comisión en campo se deben realizar reuniones diarias al inicio y al final del día para revisar los avances del proyecto, mencionar aspectos importantes, establecer demás pendientes de información y de ser necesario hacer reprogramación de las actividades de campo con el fin de cumplir con todos los objetivos de la visita.

4.3.2 Retorno de la Comisión de Campo

Una vez realizado el chequeo del cumplimiento de las actividades programadas para cada miembro de la comisión en campo, el grupo regresa a su sitio base y con esto se termina esta etapa. En la Figura 7, se muestra un esquema de la realización del trabajo de campo.

Figura 7. Esquema de la realización del Trabajo de Campo.



Fuente: C&MA LTDA.

4.4 FUENTES DE INFORMACIÓN

En las siguientes tablas se muestran las fuentes de información oficial que deben ser utilizadas en la elaboración de los estudios ambientales para los medios abiótico, biótico y socioeconómico.

Tabla 1. Fuente de Información Cartográfica.

LISTADO DE FUENTES DE INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA		
TIPO	FUENTE PRINCIPAL	OBSERVACIONES
Cartografía Básica	Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC y Dirección General Marítima - DIMAR.	
Cartografía Temática	IGAC, DIMAR, Instituto Colombiano de Geología y Minería - INGEOMINAS, Corporaciones Autónomas Regionales, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia - IDEAM y Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE.	Ajuste de cartografía a partir de información primaria y otras fuentes privadas, siguiendo protocolos del IGAC e imágenes de satélites que se pueden obtener de otras fuentes.

Fuente: El Autor.

Tabla 2. Fuente de Información del Medio Abiótico.

LISTADO DE FUENTES DE INFORMACIÓN DEL MEDIO ABIÓTICO		
COMPONENTE	FUENTE PRINCIPAL	OTRAS FUENTES
Geología	INGEOMINAS, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés - INVEMAR.	IGAC e IDEAM

LISTADO DE FUENTES DE INFORMACIÓN DEL MEDIO ABIÓTICO		
COMPONENTE	FUENTE PRINCIPAL	OTRAS FUENTES
Geomorfología	IDEAM	IGAC e INGEOMINAS
Suelos	IGAC, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - CORPOICA.	Autoridades Ambientales, Regionales y Locales y Entidades Territoriales, Instituto Amazónico de Investigación Científica - SINCHI, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico - IIAP, Centros de Investigación.
Oceanografía	DIMAR, Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrológicas - CIOH, Centro de Control de la Contaminación del Pacífico - CCCP.	Fuentes de internet en cuanto a Políticas y Desarrollo Sostenible del Océano, la Comisión Colombiana del Océano - CCO.
Hidrología	IDEAM, Autoridades Ambientales Regionales y Locales, Instituto Colombiano de Desarrollo Rural - INCODER.	Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena - CORMAGDALENA, y Centros de Investigación (Universidades y Centros de Investigación).
Calidad del Agua	IDEAM, INVEMAR, Autoridades Ambientales Regionales y Locales.	CORMAGDALENA, Centros de Investigación y fuentes de Internet.
Uso del Agua	Información primaria y Autoridades Ambientales Regionales y Locales.	IDEAM, INVEMAR, Autoridades Ambientales Regionales y Locales.

LISTADO DE FUENTES DE INFORMACIÓN DEL MEDIO ABIÓTICO		
COMPONENTE	FUENTE PRINCIPAL	OTRAS FUENTES
Hidrogeología	INGEOMINAS, Autoridades Ambientales Regionales y Locales.	Estudios existentes en el área del proyecto y entidades territoriales.
Atmósfera	IDEAM, Autoridades Ambientales Regionales y Locales, DIMAR.	Estudios existentes en el área del proyecto, Estaciones climáticas privadas y entidades territoriales.
Geotecnia	Información primaria, INGEOMINAS y Autoridades Ambientales Regionales y Locales, Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres - SINPAD.	Estudios existentes en el área del proyecto y entidades territoriales.
Paisaje	IGAC, Autoridades Ambientales Regionales y Locales.	Entidades territoriales.

Fuente: El Autor.

Tabla 3. Fuente de Información Medio Biótico.

LISTADO DE FUENTES DE INFORMACIÓN DEL MEDIO BIÓTICO		
COMPONENTE	FUENTE PRINCIPAL	OTRAS FUENTES
Flora	Información primaria, IGAC, Centros de Investigación (Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia - ICN, Universidades, entre otros.),	Estudios existentes en el área del proyecto, Plan de Ordenamiento, Plan Básico o esquema de ordenamiento territorial,

LISTADO DE FUENTES DE INFORMACIÓN DEL MEDIO BIÓTICO		
COMPONENTE	FUENTE PRINCIPAL	OTRAS FUENTES
	<p>IDEAM, CORMAGDALENA, Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales - UAESPNN, Asociación Red Colombiana de Reservas de la Sociedad Civil, Institutos Alexander Von Humboldt, John Von Neumann, SINCHI, Herbario Nacional, Jardines Botánicos, Autoridades Ambientales Regionales y Locales.</p>	<p>Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica, ONG, Asociaciones especializadas.</p>
Fauna	<p>Información primaria, Institutos Alexander Von Humboldt, de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neumann y Amazónico de Investigaciones Científicas - SINCHI, de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, INCODER, Centros de Investigación (Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia - ICN, entre otros). Áreas de importancia internacional para la conservación de Aves - AICA, Centros de documentación de Autoridades</p>	<p>Estudios existentes en el área del proyecto, Asociaciones especializadas.</p>

LISTADO DE FUENTES DE INFORMACIÓN DEL MEDIO BIÓTICO		
COMPONENTE	FUENTE PRINCIPAL	OTRAS FUENTES
	Ambientales Regionales y Locales.	
Ecosistemas Marinos	Información primaria, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés - INVEMAR, Autoridades Ambientales Regionales y Locales, Centros de Investigación (Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia - ICN, Centro de Control Contaminación del Pacífico - CCCP, Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas - CIOH, entre otros).	Estudios existentes del área, Asociaciones especializadas.

Fuente: El Autor.

Tabla 4. Fuente de Información Socioeconómica.

LISTADO DE FUENTES DE INFORMACIÓN DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO		
COMPONENTE	FUENTE PRINCIPAL	OTRAS FUENTES
Dimensión Demográfica	Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE, Entidades territoriales y fuentes primarias.	Estudios existentes sobre el área del proyecto.
Dimensión Espacial		
Dimensión Económica		
Dimensión Cultural	Información primaria, Instituto Colombiano de Antropología e Historia - ICANH, INCODER,	Estudios existentes sobre el área del proyecto, Centros de Investigación

LISTADO DE FUENTES DE INFORMACIÓN DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO		
COMPONENTE	FUENTE PRINCIPAL	OTRAS FUENTES
	Ministerio de Cultura y Ministerio del Interior y Justicia.	(Universidades, entre otros), ONG y Asociaciones Indígenas y Afrocolombianas.
Aspectos Arqueológicos	Información primaria, Ministerio de Cultura, y el Instituto Colombiano de Antropología e Historia - ICANH.	Estudios existentes sobre el área del proyecto, Centros de Investigación (Universidades, entre otros).
Dimensión Político Administrativa	Entidades territoriales, DANE, IGAC e Información primaria.	Estudios existentes sobre el área del proyecto, Centros de Investigación (Universidades, entre otros).
Tendencias de Desarrollo		
Información de Población a reasentar	Información primaria.	

Fuente: El Autor.

4.5 ELABORACIÓN DEL INFORME

4.5.1 Gestión de Información Primaria

Una vez se ha concluido el trabajo de campo, todo el personal involucrado en el proyecto debe reunirse para determinar pendientes, vacíos de información, compras faltantes y establecer los detalles de edición y presentación del informe. Esta reunión puede ser grupal o individual (por cada profesional).

La información obtenida se clasifica en social, fisicobiótica, ambiental y técnica; cada profesional descarga las fotos e informa a los demás participantes del proyecto la ruta de acceso.

Los documentos tales como EIA's, PMA's, planes o esquemas de ordenamiento territorial, etc. que sean externos, deben identificarse e incluirse en el listado maestro de documentos externos.

4.5.2 Diseño de la Base Cartográfica

Para la ubicación del proyecto es fundamental elaborar la base cartográfica y mapas temáticos del mismo; ésta base consta de:

- ✓ Localización general del proyecto
- ✓ Instalación e infraestructura de interés para el proyecto.

En primer lugar se debe establecer el encuadre cartográfico a utilizar, luego el Coordinador de cartografía envía al proveedor de dibujo y cartografía la información cartográfica y los planos del IGAC para que los digitalice según las coordenadas y escala especificadas.

Una vez se cuenta con la base cartográfica, el proveedor de dibujo y cartografía revisa esta base con el grupo de profesionales y el coordinador de cartografía, realizando correcciones si las hay.

Sobre la base revisada se elaboran los borradores de los mapas temáticos: aspectos físicos (Red Hídrica, Suelos, Geología, Geomorfología, Zonificación geotécnica), aspectos bióticos (cobertura vegetal), uso y aprovechamiento de los recursos naturales y aspectos sociales (parte socio-económica). Cuando los temas respectivos estén revisados por cada profesional responsable, se elaboran las

zonificaciones ambiental, de manejo y geotécnica, determinando las áreas de sensibilidad alta, media y baja según los diferentes criterios.

Cada profesional es responsable de sus mapas respectivos y entregan al proveedor de dibujo y cartografía los mapas para que los digitalice. Una vez digitalizados, estos son entregados a cada profesional para su revisión, realizando correcciones, si las hay, o aprobando las versiones finales.

Cuando el proveedor de dibujo y cartografía ha elaborado la cartografía final, la entrega al Coordinador del proyecto, quien revisa las condiciones de entrega.

4.5.3 Elaboración del Documento

Se deben elaborar informes individuales por profesional, de acuerdo con las tareas y funciones asignadas dentro del proyecto y teniendo en cuenta la metodología establecida y los aspectos acordados de edición; igualmente se realiza la Evaluación Ambiental con todo el grupo de trabajo, cuando sea requerido.

Durante la realización del documento, se deben realizar reuniones para revisar el avance del proyecto y determinar la estrategia de manejo ambiental del mismo y revisar cuales son los faltantes de información para poder solicitarlos al cliente.

4.5.4 Revisión del Documento

Durante la elaboración del documento se requieren realizar diversos controles, con el fin de lograr un servicio conforme. Estos controles se definen a continuación:

- Cada profesional debe realizar una revisión general al documento, donde se verifique que la información registrada corresponde al proyecto en ejecución,

evitando así la filtración de datos e información provenientes de la plantilla utilizada como base para el documento.

- El borrador del documento que cada profesional realiza y revisa personalmente, se debe enviar para su revisión y corrección por parte del profesional del grupo de trabajo asignado por el Coordinador del proyecto para tal fin.
- En el caso de los documentos hechos bajo términos de referencia u otro tipo de términos de referencia establecidos por la Autoridad Ambiental competente, durante la elaboración de cada parte, cada profesional debe revisar que cumpla con los términos de referencia.
- El coordinador o la persona encargada debe realizar un chequeo final de coherencia al documento, mediante la lista de chequeo de liberación teniendo en cuenta especialmente aquellos tópicos e información clave, de uso común que sea de gran importancia para el proyecto. Este chequeo debe incluir las figuras, gráficos, planos así como los anexos presentes en el documento. Este chequeo se debe realizar antes de autorizar la entrega del borrador final al cliente.

4.5.5 Edición e Impresión del Borrador Final

Una vez realizadas las correcciones identificadas en la revisión de las diferentes partes del informe, se realiza la edición del borrador final y se imprime el documento para ser entregado al cliente. Esta entrega puede efectuarse en medio magnético o en medio físico de acuerdo a como lo solicite el cliente.

Cuando todas las partes del documento estén revisadas y este sea aprobado para liberación final, se deben concentrar todos los archivos en un disco duro, para genera el “back up” del mismo.

4.5.6 Entrega al Cliente

El documento es entregado al cliente. Una vez el cliente lo ha revisado se define si se deben realizar correcciones; de ser así el documento es enviado nuevamente a la empresa para recibir el tratamiento definido; de lo contrario, se constituye en el documento final.

4.5.7 Tratamiento de las Correcciones del Cliente

El cliente da a conocer a la empresa aquellos aspectos que considera deben ser corregidos. Las correcciones del cliente sobre el documento pueden tener dos fuentes: cambios motivados por el cliente y fallas generadas por la empresa.

4.5.8 Edición e Impresión Final del Documento

Se realiza la impresión final del documento, teniendo en cuenta el número de copias solicitadas por el cliente; igualmente se guarda copia del documento final en el disco duro.

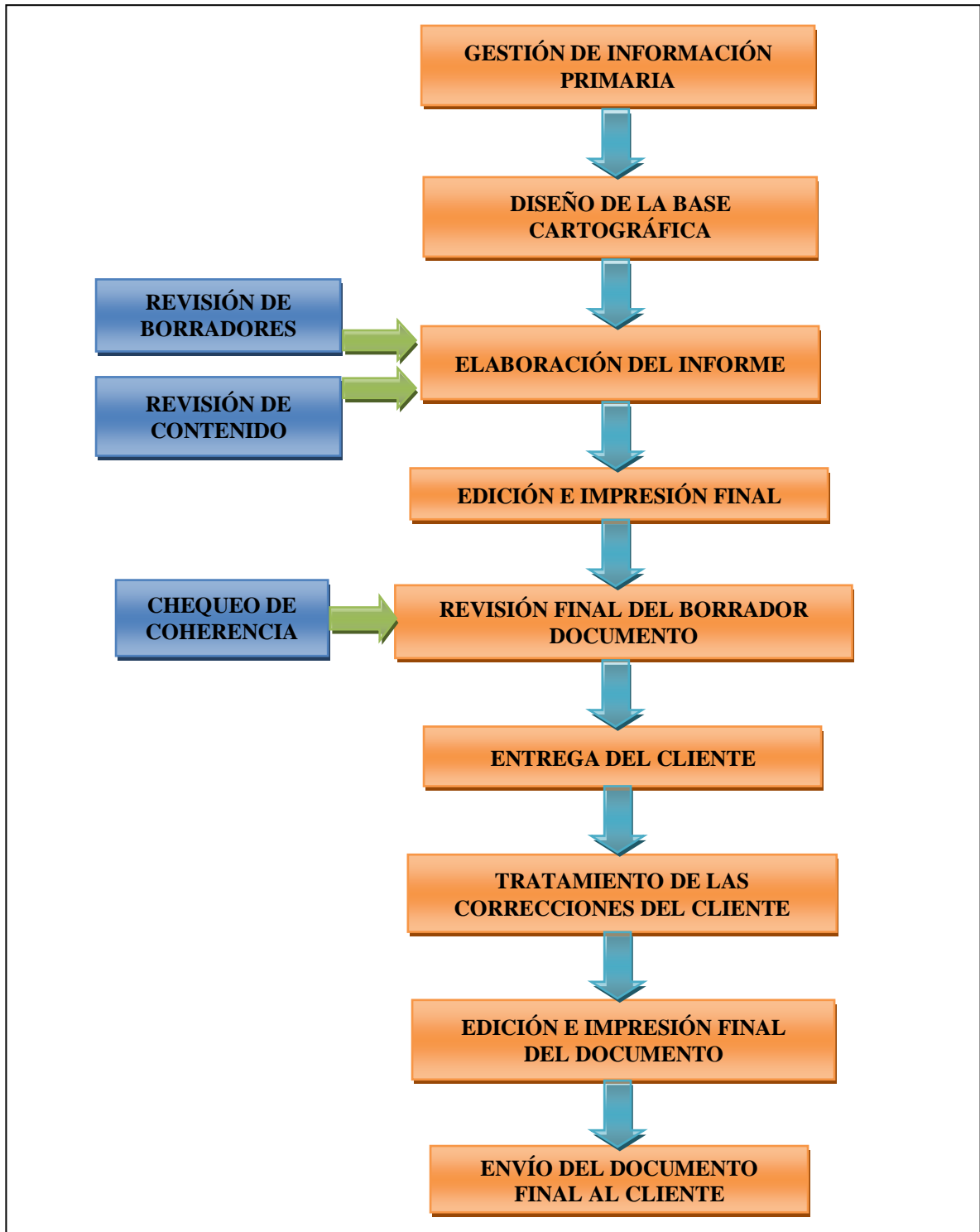
4.5.9 Envío del Documento Final al Cliente

Se realiza el envío del documento final al cliente (en medios impreso y magnético), tal y como fue acordado por el cliente en sus especificaciones del servicio,

generando un oficio de entrega con consecutivo, firmado por el Coordinador del proyecto, especificando claramente lo que se ha entregado.

En la **Figura 8**, se muestra un esquema de la elaboración del documento.

Figura 8. Esquema de la Elaboración del Documento.



Fuente: C&MA LTDA.

5 GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LA DESCRIPCIÓN DE PROYECTO

El objetivo de esta guía es definir las principales actividades en campo y oficina, en lo referente a los aspectos técnicos para la elaboración de la descripción de proyecto. Esta guía aplica para el desarrollo de los aspectos técnicos en Estudios de Impacto Ambiental, Planes de Manejo Ambiental y Diagnósticos Ambientales de Alternativas estableciendo las aclaraciones pertinentes en cada uno de estos servicios ofrecidos cuando así se requiera.

5.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CAPITULO DE DESCRIPCIÓN

Dependiendo del tipo de estudio ambiental a realizar, las especificaciones técnicas requeridas por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT para la realización del capítulo de descripción de proyecto se encuentran en los términos de referencia, entre los cuales tenemos los siguientes:

5.1.1 Localización

Especificar de manera esquemática, la localización político-administrativa (Departamental, Municipal, Corregimental, Veredal y demás) y geográfica del proyecto y su área de influencia.

Localizar el proyecto en un plano georreferenciado en coordenadas planas (Datum Magna Sirgas) a escala 1:25.000 o mayores.

5.1.2 Características del Proyecto

Especificar las características técnicas del proyecto en las diferentes etapas y actividades a desarrollar en cada una de éstas, acompañada de los respectivos diseños tipo de la infraestructura a construir y a adecuar. Señalar las necesidades de recursos naturales, económicos, sociales y culturales, incluyendo los estimativos de mano de obra.

Relacionar la siguiente información:

- ✓ Duración de las obras
- ✓ Etapas en las cuales se divide el proyecto
- ✓ Actividades a ejecutar
- ✓ Cronograma de actividades
- ✓ Costo total del proyecto
- ✓ Costo de operación anual del mismo

Además se debe presentar la estructura organizacional de la empresa, estableciendo la instancia responsable de la gestión ambiental; de acuerdo con la normatividad vigente, así como sus funciones, para la ejecución del proyecto.

5.1.2.1 Infraestructura Existente

En el documento del capítulo de descripción del proyecto se debe hacer la descripción de los siguientes aspectos:

- ✓ **Vías e Infraestructura Asociada:** Tipo, estado en el que se encuentra y clasificación.
- ✓ **Infraestructura Petrolera:** Tipo, estado en el que se encuentra y empresa operadora.
- ✓ **Infraestructura de servicios públicos:** Energía, Acueductos, Alcantarillados, Gas, entre otros.

La información sobre la infraestructura existente debe presentarse en planos a escala de 1:25.000 o mayores. Además se debe indicar a nivel de diseño las rectificaciones, realineamientos, obras de arte y demás adecuaciones requeridas que se realizarán para la adecuación de las vías existentes; especificando los movimientos de tierra, los sitios de botaderos, las necesidades de uso, aprovechamiento y afectación de recursos naturales.

Si se requiere la construcción de nuevos accesos se deben presentar el diseño de las vías con indicación de los siguientes aspectos:

- ✓ Especificaciones técnicas.
- ✓ Movimiento de tierras.
- ✓ Requerimientos de uso, aprovechamiento y afectación de recursos naturales, incluyendo la ubicación respectiva.
- ✓ Métodos constructivos e instalaciones de apoyo (campamentos, talleres, caminos de servicio, otros)
- ✓ Obras de arte y estructuras necesarias.
- ✓ Localización de botaderos.
- ✓ Requerimientos de mano de obra.
- ✓ Plan de obras y cronogramas de ejecución.

Para la construcción de accesos se debe consultar el Plan Vial y el Plan de Desarrollo de los entes territoriales en caso de que estos existan, con el fin de buscar puntos de convergencia en este aspecto.

5.1.2.2 Estrategias de Desarrollo

Presentar una proyección para el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas, contemplando como mínimo la infraestructura proyectada (vías, locaciones, pozos,

facilidades de producción y líneas de flujo u otro tipo de transporte, entre otras), los mecanismos de producción y sus actividades de mantenimiento.

5.1.2.2.1 Vías de Acceso al Área y Locaciones

Se deben definir los posibles corredores de acceso y locaciones, para lo cual se debe describir, ubicar y dimensionar, como mínimo, lo siguiente:

- ✓ Identificación de las vías a utilizar y propuesta de mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento, la cual deberá incluir como mínimo obras a construir. Esto deberá incluir las obras de arte existentes a lo largo de todas las vías que sean susceptibles de ser usadas en la ejecución del proyecto.
- ✓ Referenciar cualitativa (referencias de sitios indicados específicamente) y cuantitativamente (kilometraje y coordenadas) los tramos de vías específicos a adecuar, a partir de los cuales se construirán las vías de acceso a las plataformas u otra infraestructura. Estas referencias se deberán incluir tanto en la descripción de las actividades que se ejecutarán en estas vías como en la cartografía.
- ✓ Presentar el trazado de las vías de acceso existentes actualmente, acorde con las condiciones reales del área de influencia directa.
- ✓ Las alternativas de trazado y las especificaciones técnicas de las vías a construir.
- ✓ Los métodos constructivos e instalaciones de apoyo (campamentos, talleres, y otras).
- ✓ El volumen estimado de cortes y rellenos.
- ✓ Asentamientos humanos e infraestructura social, económica y cultural a intervenir.
- ✓ Las fuentes de emisiones atmosféricas que se generarán en cuanto a gases o partículas.

- ✓ Las emisiones de ruido por fuentes fijas o móviles.
- ✓ Los estimativos de maquinaria, equipos y mano de obra.
- ✓ Duración de las obras, etapas y cronograma de actividades.
- ✓ Actividades de mantenimiento.
- ✓ El desmantelamiento y restauración de las áreas intervenidas por la actividad.

Esta información se debe presentar relacionándola con los corredores de acceso en planos a escala de 1:10.000 o mayores y para las obras de arte y las locaciones e infraestructura relacionada, a escala de diseño.

5.1.2.2.2 Perforación de Pozos

El documento debe contener la descripción o definición de los siguientes aspectos involucrados con la perforación de los pozos existentes o a perforar, según sea el caso del tipo de estudio ambiental a realizar:

- ✓ Los equipos, maquinaria, sistemas y procesos de perforación.
- ✓ Tecnología de perforación, insumos y sustancias que se utilizarán.
- ✓ Necesidades y afectación de los recursos naturales, materiales de construcción con ubicación en planos de las fuentes de aprovechamientos y sitios afectables.
- ✓ Fuentes, tipos de residuos y actividades que generan residuos.
- ✓ Procedimientos para la perforación.
- ✓ Las instalaciones de apoyo
- ✓ Los requerimientos de insumos y fuentes de energía
- ✓ La organización típica y personal necesaria.
- ✓ El completamiento y pruebas cortas de producción: Equipos, insumos, tipo y manejo de residuos, entre otros.

- ✓ El desmantelamiento y restauración de las áreas intervenidas por la actividad.
- ✓ Número máximo de plataformas y pozos
- ✓ Los estimativos de mano de obra.

Para la adecuación del sitio de perforación se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- ✓ Métodos constructivos e instalaciones de apoyo.
- ✓ Movimientos de tierra.
- ✓ Requerimientos de uso, aprovechamiento y afectación de recursos naturales, incluyendo la ubicación respectiva.
- ✓ Localización de botaderos
- ✓ Drenajes y estructuras necesarias.

5.1.2.2.3 Trabajos en Pozos

Además de la descripción de las actividades de perforación a realizar, se deben describir o definir las actividades a realizar en cada etapa del pozo:

- ✓ Pruebas de producción: Limpieza de pozo, destino de los fluidos, infraestructura y equipos, tipo y manejo de los residuos.
- ✓ Actividades de mantenimiento: Equipos, insumos, entre otros.
- ✓ Mecanismos de producción y abandono
- ✓ Los estimativos de mano de obra.

5.1.2.2.4 Líneas de Flujo

Si el proyecto a realizar requiere de transportar los fluidos producidos por líneas de conducción se debe realizar una descripción, definición, ubicación y dimensión de los siguientes aspectos:

- ✓ Las alternativas de trazado, cruces fluviales y posibles accesos incluyendo las longitudes.
- ✓ Especificaciones técnicas de los cruces especiales.
- ✓ Los métodos constructivos, prueba hidrostática e instalaciones de apoyo (campamentos, talleres, caminos de servicio, otras).
- ✓ Diámetro de la tubería a instalar, incluyendo la longitud y derecho de vía.
- ✓ Asentamientos humanos e infraestructura social, económica y cultural a intervenir.
- ✓ Los estimativos de maquinaria, equipos y mano de obra.
- ✓ El desmantelamiento y restauración de las áreas intervenidas por actividad.

Se debe presentar la información relacionada con los derechos de vía en planos a escala de 1:10.000 o mayores y para las obras de arte e infraestructura relacionada, a escala de diseño.

5.1.2.2.5 Facilidades de Producción

Una vez definidos los pozos perforados, el estimado de la cantidad de fluido a producir y las líneas de conducción de los diferentes fluidos se deben describir, definir, ubicar o dimensionar los siguientes aspectos:

- ✓ Las alternativas de ubicación y selección de sitios en los cuales se va a recolectar los fluidos producidos (criterios técnicos, tecnológicos y ambientales).
- ✓ Los procesos de producción y manejo de fluidos (crudo, agua y gas, entre otros).

- ✓ Ubicación de instalaciones para las facilidades de los fluidos (incluir cuantificación de movimientos de tierra, redes de drenaje, áreas de tratamiento y disposición de residuos, zonas de almacenamiento de insumos, sustancias y combustibles y teas).
- ✓ Los estimativos de maquinaria, equipos y mano de obra.
- ✓ Asentamientos humanos e infraestructura social, económica y cultural a intervenir.
- ✓ Los equipos y sistemas de control para emisiones atmosféricas (gases, material particulado y ruido) por fuentes fijas y móviles.
- ✓ La relación de las actividades de mantenimiento, incluyendo insumos, residuos y tratamiento.
- ✓ Sistemas y fuentes de generación de energía.
- ✓ El desmantelamiento y restauración de las áreas intervenidas por la actividad constructiva.

Se debe presentar la información en planos a escala 1:10.000 ó mayor y los diseños a escala de 1:1.000 o mayor.

5.1.2.3 Abandono y Restauración Final

Finalmente se debe describir las actividades de abandono y restauración de las áreas intervenidas por el proyecto, incluyendo los estimativos de mano de obra, incluyendo los siguientes aspectos:

- ✓ Manejo y disposición de lodos y cortes de perforación
- ✓ Procedimientos, materiales y sustancias requeridos para la clausura de las piscinas
- ✓ Criterios y procedimientos de abandono, manejo y/o recuperación.

5.2 TRABAJO DE CAMPO

Una vez realizada una reunión general con el coordinador del proyecto y de conocer el tipo de trabajo a desarrollar (tipo de estudio), el profesional encargado para desarrollar la descripción del proyecto viaja al área de interés (si se requiere) con los demás profesionales que hacen parte del proyecto e inicia el trabajo de campo.

Inicialmente se debe establecer con el interventor del proyecto, los contactos o las personas idóneas para satisfacer los requerimientos de información establecidos por los términos de referencia en el área técnica.

Para el caso de una **instalación**, se debe recorrer junto con el contacto asignado entendiendo el proceso y recopilando información tanto escrita como fotográfica. Es importante que el profesional que vaya a realizar el trabajo de campo identifique las entradas al proceso y aproveche el conocimiento del contacto (quien generalmente es un operador con años de experiencia) indagando sobre caudales de manejo de producto, características del producto, número de pozos activos (si aplica), capacidades de los equipos, nombre y principio de funcionamiento de los equipos (múltiples de entrada, separadores, tratadores térmicos, intercambiadores de calor, tanques de tratamiento, tanques de almacenamiento, bombas, generadores eléctricos, separadores API, etc.), condiciones de operación, corrientes intermedias y corrientes de salida (aceite para despacho, agua para vertimiento, quema o venteo de gas, etc.), entre otros. Además, es muy importante tener claro el manejo y disposición dado a la generación de residuos (aguas negras, aguas grises, aguas residuales industriales, residuos sólidos domésticos, residuos sólidos industriales, emisiones, etc.)

Una vez haya finalizado el recorrido, el profesional debe tener muy claro el proceso (recorrido del producto dentro de la instalación, procesos de separación,

tratamiento aplicado a cada una de las corrientes resultantes y su destino final, etc), puesto que una vez en oficina es quien debe resolver las dudas operacionales que puedan presentarse a los demás integrantes del grupo de trabajo.

Cuando se trata de la perforación de **pozos exploratorios** o **de desarrollo**, se desplaza hasta el sitio exacto de perforación tomando atenta nota con respecto al estado de la calzada de la vía de acceso, ancho estimado, puntos de referencia para describir su recorrido, longitud aproximada del acceso a construir (si aplica), cruces de la vía a construir con cuerpos de agua, área de perforación, etc. Lo anterior deberá estar acompañado del respectivo registro fotográfico.

Posteriormente se debe continuar con la recopilación secundaria (medio magnético, documentos, fotocopias, etc.) desplazándose hasta las oficinas de las personas asignadas para facilitar información referente a: antecedentes del campo, organigrama general de la empresa, malla vial del área, columna estratigráfica, estrategias de desarrollo y su cronograma, todo lo relacionado con pozos de desarrollo en caso de ser éstos una estrategia.

La principal información a recopilar en el caso de pozos exploratorios o de desarrollo es:

- ✓ Número de pozos a perforar
- ✓ Orden de perforación
- ✓ Cronograma de perforación
- ✓ Coordenadas
- ✓ Estado mecánico
- ✓ Sistema de levantamiento artificial (si aplica)
- ✓ Requerimiento de área por pozo
- ✓ Programa de lodos
- ✓ Programa de registros eléctricos

- ✓ Programa de pruebas de producción
- ✓ Manejo de residuos durante las pruebas (crudo, quema de gas, etc.)
- ✓ Líneas de flujo (diámetro, longitud, trazado enterrado o sobre marcos, etc.)
- ✓ Sistema de recolección del campo (si aplica)
- ✓ Conexión de la línea de flujo a la infraestructura existente (si aplica)

Se debe ser acucioso en la recopilación de información en busca de barrer todos los temas y evitar la presencia de faltantes de información una vez se está en oficina, porque el regreso a campo en la mayoría de los casos es práctica y económicamente inviable. Además, el profesional debe tener en cuenta que las relaciones interpersonales, específicamente con los encargados de brindar la información, son de vital importancia y se reflejan en el resultado del levantamiento de la información y por ende en el informe final.

5.3 ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO

Después de llegar del campo, se organiza en la oficina la información traída en medio magnético o en copia dura, con ayuda de los otros profesionales temáticos y especialistas. Posteriormente se buscan los términos de referencia indicados por la empresa contratante para iniciar de esta forma la elaboración del documento.

El profesional debe solicitar mediante el proceso de compras al encargado de la cartografía el mapa de localización del área del proyecto para complementar y enriquecer el documento.

Partiendo de la información recopilada y existente se llenan los diferentes requerimientos de información estipulados por los términos de referencia del proyecto.

Para la determinación del manejo ambiental del proyecto en temas referentes a puntos de captación y vertimiento, permisos de ocupación de cauces, aprovechamiento forestal, emisiones, material de arrastre, disposición de residuos

sólidos y líquidos, etc. se deben realizar reuniones con los profesionales que tocan estos temas en sus capítulos (profesional encargado de realizar el del PMA, Uso y Aprovechamiento y el Coordinador del Proyecto) o en su defecto hablar con el encargado del uso y aprovechamiento de los recursos naturales directamente.

Se debe solicitar la información relacionada con las obras civiles del proyecto al profesional encargado de dicha área, de lo contrario se debe utilizar la existente proveniente de proyectos anteriormente realizados con los respectivos ajustes acordados con el coordinador del proyecto.

Es importante mantener esta información actualizada debido a que durante el desarrollo del proyecto se pueden presentar cambios por petición de los clientes, exigencias legales, etc. Los temas que comúnmente están sujetos a cambios en el caso de la perforación de pozos son las coordenadas de los pozos, líneas de flujo, distribución de áreas de la locación, área de la locación, volúmenes de tierra a remover, dimensiones de las piscinas, localización de botaderos, trazado de la vía de acceso, entre otros. Estos temas junto con la longitud de la vía de acceso por ser comunes con el anexo de las obras civiles e incluso otros capítulos, tienen que ser objeto de revisiones durante su ejecución con el fin evitar la presencia de errores de congruencia.

Una vez se han barrido los diferentes temas según los términos de referencia se hace una revisión en pantalla de temas como coordenadas de pozos, longitud de accesos, manejo ambiental de residuos, longitud de línea de flujo, entre otros. Posteriormente se imprime en calidad borrador revisando hoja por hoja en busca de errores que puedan haberse filtrado, antes de su entrega al encargado de revisión del borrador quien a su vez lo libera para la aplicación de la lista de chequeo basada en los términos de referencia.

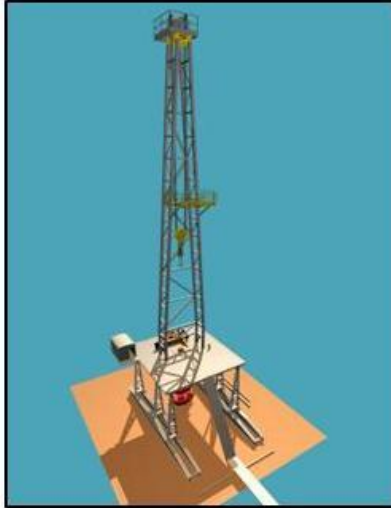
Cuando el documento regresa a las manos del profesional se deben realizar las correcciones pertinentes (si aplica). Finalmente se imprime en calidad definitiva.

5.3.1 Descripción de los Equipos, Maquinaria, Sistemas y Procesos de Perforación.

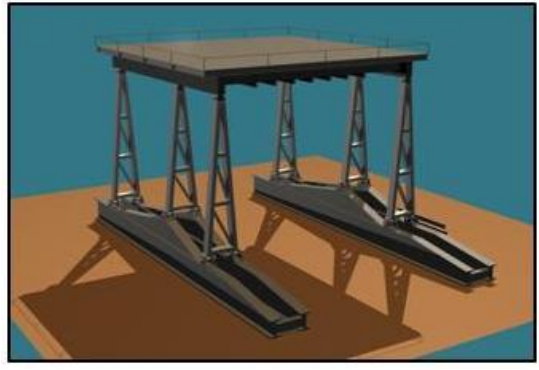
- **Requerimiento de Equipos**

El sistema de perforación rotacional utiliza un ensamblaje de fondo de pozo característico, (BHA-Bottom Hole Assembly) que mediante su rotación logra generar un desgaste progresivo en los diferentes tipos de rocas que se encuentran en el subsuelo permitiendo así gracias a la broca el rompimiento de los estratos rocosos por fricción y la realización de un hueco de perforación; dicho hueco perforado debe ser estable y garantizar que sus paredes no se derrumben. Para esto al iniciar la perforación internamente en la tubería circula el lodo de perforación. El ciclo del lodo de perforación comienza por la succión del lodo en los tanques ubicados en la superficie pasando por la tubería de perforación (BHA) hasta ser expulsado por las boquillas de la broca y retornado nuevamente a la superficie por el anular del pozo. El lodo de perforación se adhiere a las paredes del pozo generando una capa delgada, resistente e impermeable que ayuda a que las paredes no colapsen y a su vez que la broca esté lubricada y su avance sea lo mejor posible, entre otras funciones. Retornado el lodo a superficie los equipos de control de sólidos realizan la separación de los sólidos que producto de la perforación se mezclaron con el lodo cambiando sus propiedades y limpio el lodo se introduce nuevamente al pozo y se sigue la perforación del pozo hasta llegar a la zona de interés. A continuación se describen los diferentes sistemas utilizados durante la perforación:

- **Sistema de levantamiento:** Es el sistema encargado de bajar y subir la tubería de perforación dentro del pozo. Los componentes del sistema de levantamiento se dividen en dos:
- **Componentes estructurales:** Son los componentes que integran la estructura de la torre, como:

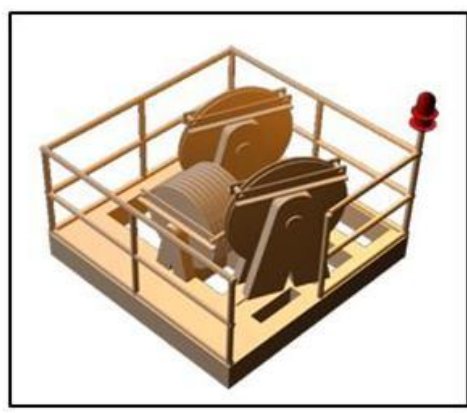


Torre o Mástil: Es una estructura portátil, con la capacidad de ser erigida o izada como una unidad a la posición de trabajo.



Subestructura: Estructura metálica debajo de la torre que soporta las cargas de acuerdo a:

- ✓ Peso máximo de la tubería que pueda pararse en la torre y colgarse en la mesa rotaria (sin considerar la tubería parada).
- ✓ Peso de los equipos y motores.
- ✓ Espacio requerido.



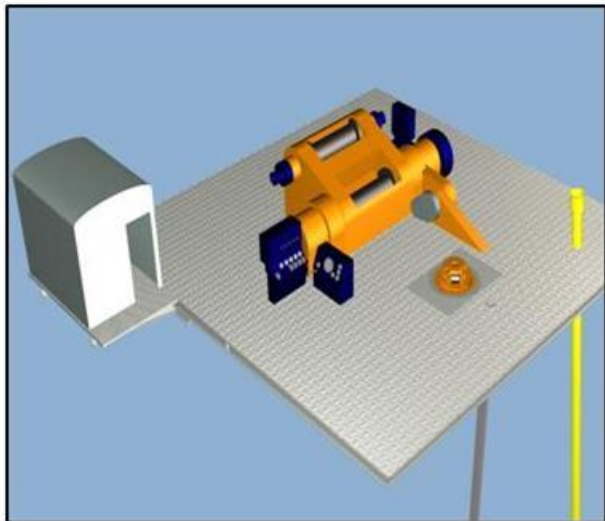
Bloque corona: Es un conjunto de poleas, instaladas en el tope de la torre. Junto con el bloque viajero proveen el medio para bajar o levantar las sartas de tuberías utilizadas durante el proceso de perforación.

Fuente: El Autor.



Encuelladero, Trabajadero o Monkey Board: Es el sitio de trabajo de la persona encargada de abrir el elevador y acomodar la tubería en los peines (racks), durante la sacada de la tubería y de encuellar (cerrar el elevador sobre el tubo), para levantar e introducir la tubería al pozo durante la bajada de la misma.

Plataforma, Planchada o Piso de la Torre: Es la parte superior de la subestructura. Aloja la mesa rotaria, el malacate, la consola del perforador y la caseta del perforador (casa del perro). Sirve de base para las paradas de la tubería de perforación y portamechas (Drill Collars).



Rampa de la Tubería: Es la rampa utilizada para subir la tubería de perforación, Drill Collars, revestidores y cualquier herramienta necesaria para realizar el proceso de perforación.

Fuente: El Autor.

- **Equipos y accesorios:** Son los que permiten levantar la tubería y permitir la perforación del pozo, como:



El Malacate: Es el equipo encargado de proveer la potencia requerida para el izamiento de las cargas que están colgando del gancho. Sus principales partes son:

- ✓ El Tambor: Transmite la potencia requerida para el movimiento o el frenado. También almacena el cable de perforación.
- ✓ Los Frenos: Deben tener la capacidad para detener y de sostener el peso de las cargas cuando se baja un sarta de perforación al pozo. El malacate cuenta con dos tipos de frenos: el principal y el auxiliar, a su vez el auxiliar cuenta con dos frenos: el tipo hidrodinámico y el electromagnético.
- ✓ La Transmisión: Proporciona una manera fácil de cambiar la dirección y velocidad del bloque viajero, la potencia se transmite a través de carretos auxiliares que se encuentran en los extremos del malacate.
- ✓ Carretos Auxiliares: Giran continuamente y pueden usarse para ayudar a levantar o a mover equipos que se encuentran en la plataforma.

Fuente: El Autor.

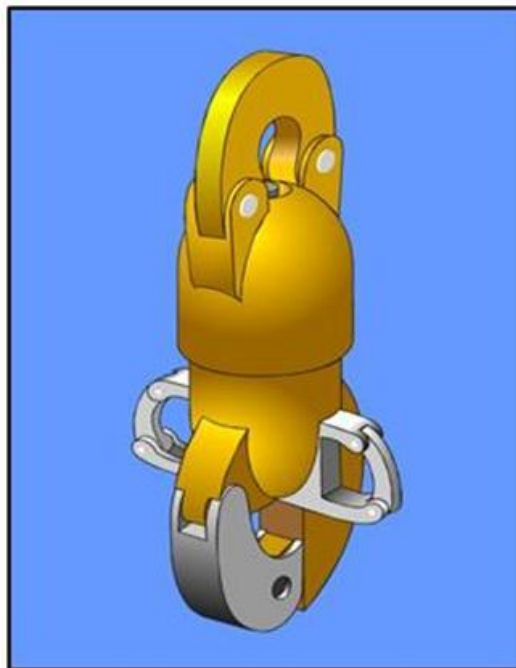


Bloque Viajero: Es un conjunto de poleas integradas en una unidad compacta, de gran peso y solidez, lo cual garantiza rápidas velocidades de caída libre.

Su capacidad de carga varía a un rango muy amplio: desde 40 toneladas (taladros autotransportables), hasta 1200 toneladas (taladros convencionales).

Gancho: Va instalado en el extremo inferior del bloque viajero y debe poseer la misma capacidad de carga de éste.

Internamente posee un mecanismo de amortiguación para compensar las altas cargas impuestas en él.



Eslabones: Son las herramientas de enlace entre el gancho y los elevadores.

Fuente: El Autor.



Elevadores: En combinación con los eslabones, proveen el medio para asir los tubos y poder introducir o sacar del pozo las sargas de tuberías utilizadas. Están fabricados con materiales ultrarresistentes y con cierre tipo cerrojo, el cual evita la apertura del elevador con cargas suspendidas y, al mismo tiempo, de fácil apertura cuando no existen cargas impuestas.

Llaves de potencia: Son las herramientas utilizadas para dar el torque necesario en función del tipo de tubería acoplados. Son fabricadas en material ultrarresistente y están compuestas por dos partes principales: el brazo de la llave y las quijadas. La longitud del brazo de la llave es función del rango del torque que se desee aplicar. Existen dos tipos fundamentales:

- ✓ Mecánicas
- ✓ Hidráulicas



Cuñas: Esta herramienta permite mantener colgadas las sargas de tubería en la mesa rotatoria, gracias a sus dientes o elementos de agarre. Su diseño es ahusado y se fabrican para cada tamaño específico de tuberías a ser utilizado.



Fuente: El Autor.

- **Sistema de rotación:** Este sistema tiene como función primordial hacer girar el elemento cortante, es decir la broca situada en el extremo de la sarta para poder lograr penetrar la corteza terrestre. Este sistema comprende los siguientes componentes:
- **Ensamblaje rotario:** Es el encargado de transmitir el movimiento a la sarta de perforación. Se encuentra conformado por:



Mesa Rotaria: Es el equipo generador del movimiento rotatorio. Este movimiento puede ser obtenido mediante transmisión desde el malacate o con motores individuales. Las principales características para una mesa rotaria son:

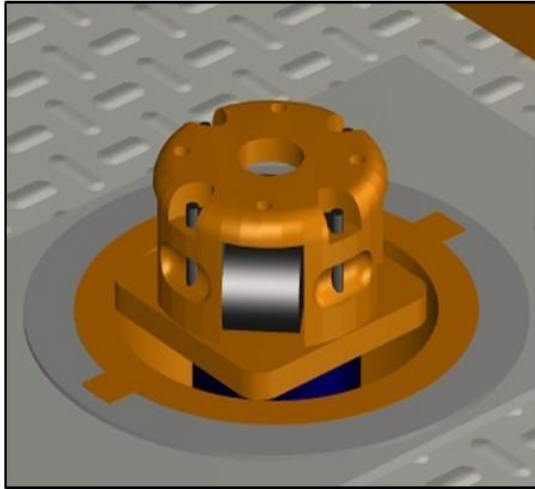
- ✓ Diámetro libre
- ✓ Máxima velocidad de rotación
- ✓ Máxima carga estática

Buje maestro (conchas): Es un buje seccionado en dos mitades que se insertan en el espacio interior de la mesa rotaria.

Tanto los bujes, como el interior de la mesa, son ahusados y su finalidad es permitir el acople de la mesa rotaria con el buje del cuadrante.



Fuente: El Autor.



Buje del cuadrante: Es el encargado de transmitir la rotación de la mesa rotaria a las sarta de perforación, mediante el cuadrante.

Cabalga en la parte inferior del cuadrante y se moviliza junto con éste como una unidad integral.

Posee un conjunto de rodillos, que le permiten amoldarse a la forma del cuadrante (Kelly-cuadrado o hexagonal).

Top Drive: Es un equipo instalado justamente debajo de la unión giratoria y se usa para reemplazar el cuadrante (Kelly), buje del cuadrante y la mesa rotaria.

La rotación de la sarta de perforación se logra a través de motores eléctricos o hidráulicos incorporados al Top Drive.



Fuente: El Autor.

- **Sarta de perforación:** Es el conjunto de tuberías y herramientas que permiten:
 - ✓ Hacer girar la broca.
 - ✓ Proveer peso suficiente para penetrar la corteza terrestre.
 - ✓ Proporcionar un conducto para la circulación del fluido de perforación.
 - ✓ Permitir perforar un pozo con un dirección e inclinación preestablecidas.

La sarta de perforación cuenta con los siguientes componentes:



Unión giratoria (Swivel): Forma parte del sistema de rotación, como del sistema de circulación del taladro, en aplicación a sus funciones principales:

- ✓ Permite el paso de fluido a través de ella, mediante un conducto interno empacado y absorbe la rotación de la sarta mediante un sistema de engranajes.
- ✓ Soporta el peso de la sarta de perforación y va colgada en el gancho del bloque viajero.

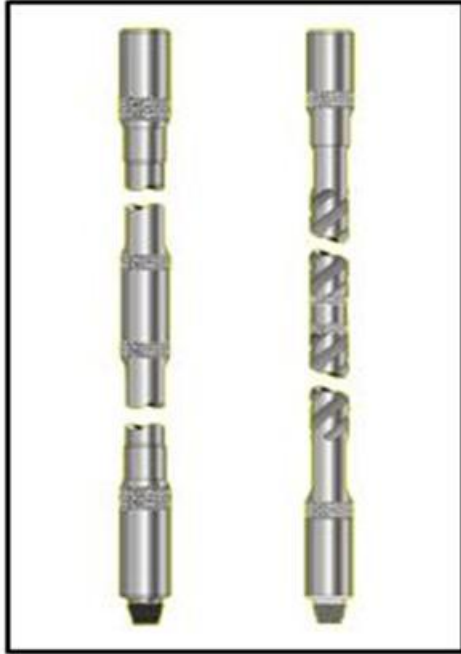
Cuadrante (Kelly): Es la primera porción de la tubería por debajo de la unión giratoria.

La sección transversal exterior puede ser cuadrada o hexagonal, para permitir un acople adecuado al buje y poder girar. El torque se transmite al cuadrante a través del buje, el cual encaja en el buje maestro de la mesa rotaria.



Drill Pipe: Son tubos bastante fuertes pero relativamente livianos, usados para rotar la broca y circular el fluido de perforación. Por lo general son juntas de 30 pies que permiten acoplarse entre ellas y con las herramientas necesarias para perforar.

Fuente: El Autor.



Heavy Weight Drill Pipe (HWDP): Es una tubería más pesada que la tubería de perforación normal. Se caracteriza por que en el centro posee un punto de contacto (recalque) para lograr estabilización, además es más resistente al pandeo. Esta tubería puede ser lisa o en espiral. También se le llama tubería de transición.

Drill Collars (collares, botellas o portamechas):

Son tubos pesados de paredes gruesas usados entre la boca y la tubería para colocar peso sobre el fondo de la sarta y ayudar en la perforación.

Al igual que la tubería HWDP ésta también pueden encontrarse lisa y en espiral.

Generalmente la tubería lisa se utiliza cuando las condiciones del pozo son normales, es decir que no hay un riesgo evidente de pegue de tubería en las paredes del pozo y la espiral cuando existe la posibilidad de que la tubería se pegue.



Fuente: El Autor.

- **Herramientas especiales:** Son aquellas y equipos que se colocan en la sarta de perforación con algún fin específico. Entre estas herramientas especiales se tienen las siguientes:



Estabilizadores: Permiten darle estabilidad a la sarta, centralizando los Drill Collars para minimizar la tendencia a la desviación del pozo, por defecto del peso aplicado para perforar y por la rotación de la broca en un sentido determinado. Existen dos tipos:

- ✓ Integrales
- ✓ De elementos reemplazables



Martillo: Ayudan a la liberación de las sargas atascadas, mediante el movimiento brusco ascendente o descendente de la herramienta. Pueden ser:

- ✓ Mecánicos
- ✓ Hidráulicos
- ✓ De funcionamiento combinado

Motor de fondo: Permiten generar potencia directamente en la broca, sin la necesidad de rotar la sarta de perforación.

Se utilizan dos tipos de ellos:

- ✓ Motor de fondo accionado por turbinas.
- ✓ Motor de desplazamiento positivo.



- **Herramientas de corte y fractura:** Son las herramientas encargadas de penetrar la corteza terrestre, llamadas brocas o mechas . Existen varios tipos de brocas, las utilizadas en la industria son:



Brocas policristalinas de diamantes compactos (PDC): Son brocas de arrastre, de cortadores fijos, hechos de diamante artificial y carburo de tungsteno, los cuales se conocen como compactos.

Estas brocas son costosas, sin embargo, cuando se usan apropiadamente, pueden perforar formaciones blandas, medianamente duras, duras no abrasivas por varias horas sin fallar.

Brocas tricónicas: Es el tipo de brocas más utilizadas en la perforación y son adecuadas para una gran variedad de características de las formaciones.

Los tres conos de la broca giran sobre sus ejes, cuando la misma rota en el fondo.

El elemento cortador de estas brocas pueden ser dientes o insertos de hierro o carburo de tungsteno.



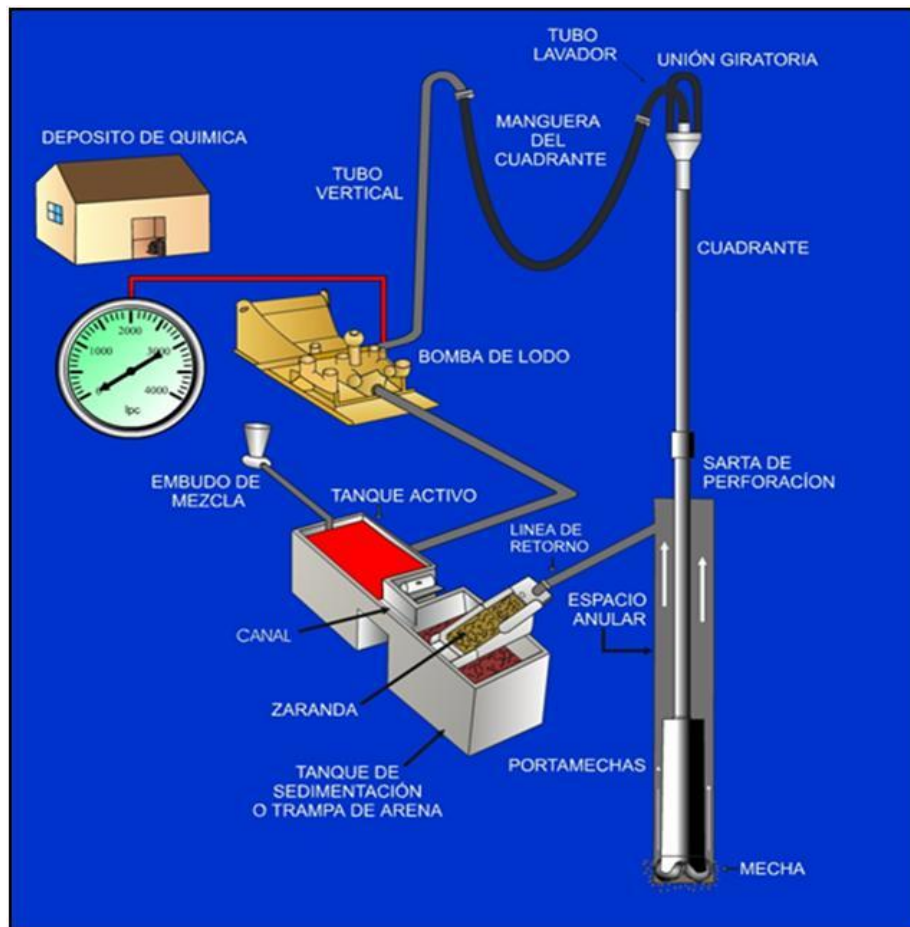
Fuente: El Autor.

- **Sistema de circulación:** Los componentes del sistema de circulación son aquellos que permiten preparar el lodo, almacenarlo y bombearlo hacia el pozo, estableciendo un circuito cerrado de circulación. A continuación se describe el proceso que se lleva a cabo y los diferentes: El fluido sale por la succión ejercida por las bombas de lodo sobre los tanques de succión donde fue preparado, sube por la tubería parada (Standpipe) y se dirige hacia la tubería de perforación por la manguera de lodo, ingresa a la unión giratoria

(Swivel) por el cuello de ganso y desciende por la parte interna de ésta hasta los orificios o boquillas de la parte inferior de la broca, luego asciende por el espacio anular existente entre la tubería y las paredes del pozo o el revestimiento llevando consigo los cortes, ripios o cuttings de perforación hasta la superficie por la línea de retorno (Flow line), en donde circula por el equipo de control de sólidos para finalizar nuevamente en los tanques de almacenamiento e iniciar un nuevo ciclo.

El equipo de control de sólidos está conformado por las zarandas o rumbas vibratorias (Shale Shaker) que son mallas de diferentes tamaños de tamizado que por la vibración que estas ejercen se remueven los cortes perforados del fluido recuperándose los cortes de mayor tamaño, dirigidos hacia los tanques portátiles. La corriente líquida pasa a los desarenadores (Desanders) y a los desarcilladores (Desilters), que son hidrociclones que remueven partículas finas de menor tamaño; luego pasa a la centrifuga la cual permite recuperar la Barita y retirar las partículas que no lograron ser separadas en los equipos anteriores; finalmente, pasa al desgasificador cuya función es retirarle al lodo las pequeñas cantidades de gas que haya podido atrapar durante el retorno a superficie para evitar la disminución de la presión hidrostática que podría generar riesgo de patada de pozo (Kick Off) o reventón (Blow Out).

Figura 9. Esquema del Ciclo del Lodo de Perforación.



Fuente: C&MA LTDA.

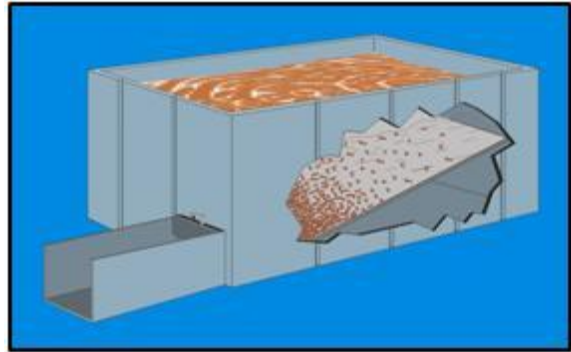
Los componentes que integran el sistema de circulación son:



Tanques Auxiliares: Son los tanques integrados al sistema de circulación. Pueden dividirse de la siguiente manera:

- ✓ Tanques de mezcla: Preparación del fluido.
- ✓ Depósitos de agua: Almacena agua de reserva para el mantenimiento del lodo utilizado.
- ✓ Reservas: Se almacena fluido de perforación (lodo) listo para ser usado en caso de la presencia de alguna zona ladrona en el pozo.

Tanques de Asentamiento (Trampas de Arena): Es un compartimiento de asentamiento por gravedad, el cual recibe el retorno del fluido proveniente del pozo. En este tanque se instalan los equipos de control de sólidos primarios (zarandas) y logra remover cortes de tamaño mayor de 74μ , no puede ser agitado y debe tener un control de drenado para la eliminación de la arena, su función es servir de asentar las partículas sólidas, que pasan por las mallas de la zaranda.



Tanque Intermedio: Es el tanque donde se instala el resto de los equipos separadores de sólidos (desarenadores, deslimadores, desarcilladores, centrifugas), para eliminar partículas y sólidos indeseable de tamaño entre 74 y 4μ .

Tanque de Succión: Es el tanque desde donde el fluido, casi libre de sólidos, es succionado por las bombas de lodo.

Bombas de lodo: Son las encargadas de hacer cumplir el ciclo de circulación de lodo, desde que lo succiona del tanque respectivo hasta que el fluido retorna al extremo opuesto del tanque de succión, después de pasar por el interior de las tuberías y los espacios anulares respectivos.

Estas bombas pueden ser:

- ✓ Bombas Dúplex
- ✓ Bombas Triplex



Fuente: El Autor.



Tubería parada (Standpipe): Esta conformado por el tubo vertical, la manguera de lodo, la unión giratoria (Swivel) y la Kelly o el Top Drive según sea el sistema de rotación.

Sirve de enlace entre la línea de flujo proveniente de las bombas y la manguera del lodo.

Fuente: El Autor.

- **Equipos de control de sólidos:** Permiten limpiar y acondicionar el fluido de perforación, antes de ser inyectado nuevamente al pozo.

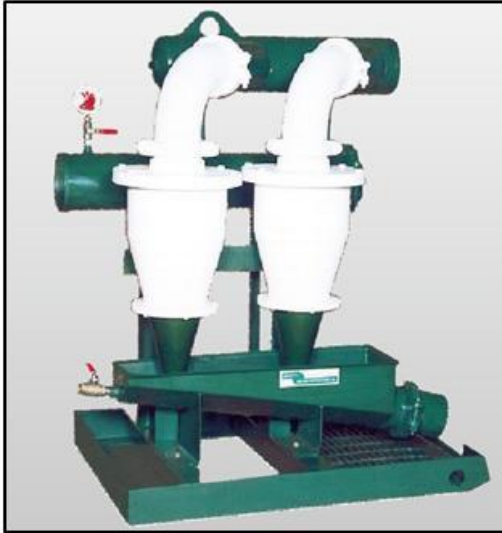


Zarandas o Rumbas (Shale Shaker):

Son equipos encargados de la fase de la remoción de sólidos. Estos equipos cuentan con dos cernidores (mallas):

- ✓ Cernidores primarios: Son los que reciben directamente el retorno del fluido proveniente del pozo. Poseen una malla única de 30 o 40 MESH.
- ✓ Cernidores secundarios: Reciben el fluido proveniente de los cernidores primarios y descartan las partículas hasta 150 μ . Poseen doble malla generalmente de 80 MESH.

Fuente: El Autor.



Desarenadores (Desanders): Son equipos separadores de sólidos que utilizan hidrociclones para la remoción de partículas, basadas en el efecto de la fuerza centrífuga. Se diseñan para el remover sólidos en un rango de tamaño de 50 a 80 μ .



Deslimadores (Desilter): Utilizan el mismo principio de los desarenadores, solamente que los hidrociclones son más pequeños, lo que garantiza remover sólidos en un rango de tamaño de 20 a 40 μ . Remueven también parte de la barita.

Fuente: El Autor.

➤ **Sistema de potencia:** Es el encargado de transmitir toda la energía requerida para poder llevar a cabo la perforación de un pozo. Este sistema se encuentra conformado por:

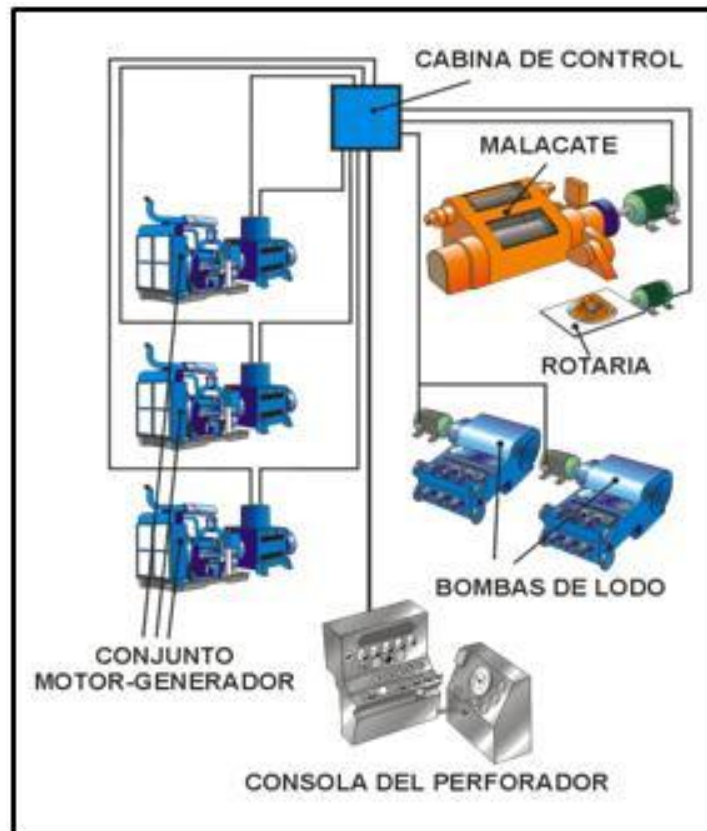
- **Equipos de generación y transmisión de energía:** Se encarga de generar y transmitir la energía requerida por cada uno de los equipos y/o sistemas que conforman el taladro.

Por lo general, cuenta con un paquete de motores de combustión interna, los cuales pueden ir acoplados directamente a los diferentes equipos que lo

requieran (transmisión mecánica) o a un generador de corriente eléctrica (transmisión eléctrica).

- ✓ **Transmisión de la potencia mecánica:** Mediante este sistema, la potencia generada en los motores diesel se transmite mecánicamente. Este proceso se realiza conectando el grupo de motores generadores de potencia a un acoplamiento y este se conecta a una serie de cadenas, embragues, acoples, transmisiones, mandos y cajas de velocidades, las cuales transmiten potencia y controlan la velocidad de operación de los equipos.
- ✓ **Transmisión de la potencia eléctrica:** Los taladros que poseen este tipo de transmisión son llamados taladros eléctricos. En estos sistemas, se utilizan los motores principales para generar electricidad. Esta potencia eléctrica se transmite fácilmente, a través de cables a los diferentes sistemas del taladro, donde el trabajo requerido se realiza mediante motores eléctricos.

Figura 10. Transmisión de la Potencia Eléctrica en un Taladro de Perforación.



Fuente: El Autor.

- **Sistema de seguridad:** El sistema de seguridad del taladro previene el flujo incontrolado de fluidos de la formación hacia el pozo. Este flujo es originado por un desbalance hidrostático y se conoce como arremetida.

El sistema de seguridad permite:

- Detectar una arremetida.
- Cerrar el pozo en la superficie.
- Circular el pozo bajo presión para sacar el fluido invasor e incrementar la densidad del lodo.
- Mover la sarta de perforación con el pozo cerrado bajo presión.

- Desvirar el fluido del personal que se encuentra laborando en el pozo y de los equipos.

Las fallas del sistema de seguridad originan un flujo incontrolado de los fluidos de la formación, lo cual se denomina reventón. Esto puede ocasionar pérdidas de vidas, equipos, reservas de gas/hidrocarburo y daños ambientales. Debido a esto, el sistema de seguridad es uno de los más importantes del taladro. Este sistema se encuentra conformado por:



Fuente: El Autor.

Válvulas de seguridad: El flujo de fluidos desde el pozo, originado por una arremetida, es detenido con el uso de dispositivos especiales de sellado llamados válvulas impide-reventones (VIR).

Cuando hay tuberías en el hoyo, debe ser posible mover la sarta con el pozo cerrado y adicionalmente, el arreglo de VIR's debe permitir la circulación a través del espacio anular, bajo presión.

Este sistema de válvulas se encuentra conformado por:

- ✓ Preventor de Ariete (cierran sobre la tubería, impide-reventones primario).
- ✓ Preventor Ariete ciego (cierran el pozo sin tubería adentro).
- ✓ Preventor Arietes cizallantes (poseen cuchillas especiales para cortar la tubería).
- ✓ Preventor Anular (dispositivos de cierre más versátiles, cierran el espacio interno de la tubería).



Múltiple de Estranguladores: Es un conjunto de válvulas que incluye el (los) estrangulador (es), cuya finalidad es la de permitir el control de las presiones generadas durante el proceso de desalojo de una arremetida.

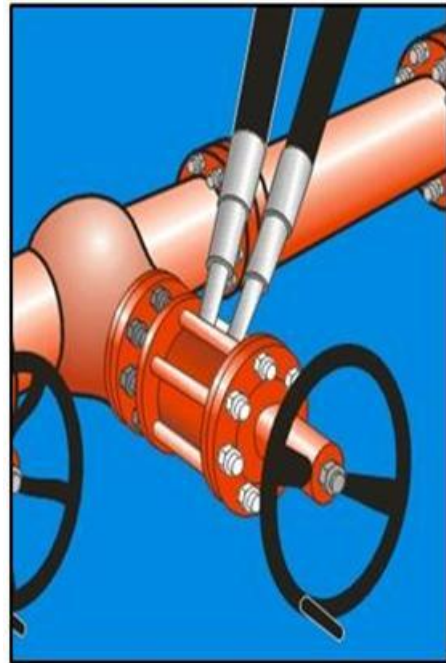
Los estranguladores pueden ser:

- ✓ Manuales
- ✓ Hidráulicos

Válvula HCR: Es una válvula operada hidráulicamente, de apertura y cierre rápidos, que se instala en la línea hacia los estranguladores.

Entre el cabezal y esta válvula se instala una válvula normal, la cual deberá estar permanentemente abierta, durante el proceso normal de perforación.

El flujo a través de la línea hacia los estranguladores se evita colocando la válvula HCR en posición cerrada mientras se perfora. En caso de una arremetida, la válvula HCR debe abrirse antes de cerrar los impide-reventones, para permitir la circulación del fluido hacia el múltiple de estranguladores.



Unidad acumuladora de presión: Es la unidad encargada de presurizar el fluido necesario para hacer accionar las válvulas impide-reventones y la HCR.

Fuente: El Autor.



Este equipo de perforación es un complejo sistema compuesto de varios subsistemas y que están compuestos de los siguientes equipos que se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Subsistemas Torre de Perforación.

Sistema	Función	Equipos
POTENCIA	Suministra la potencia necesaria a los diferentes sistemas que se operan dentro de la perforación convencional.	Motores diesel de combustión interna, motores a gas generadores.
LEVANTAMIENTO	Su principal función es sacar y bajar la sarta de perforación, completamiento, y la tubería de revestimiento.	Torre, Subestructura, Malacate, Tambor del malacate, Riel o carretel de cable, Cable de perforación, Ancla, Polea fija, Bloque viajero, Gancho y brazos del elevador, Elevadores, Cuñas y Plataforma giratoria.
ROTACIÓN	Como su nombre lo indica su principal función es dar rotación a la sarta de perforación.	Unión giratoria, Mesa rotaria, Buje principal, motor de fondo, Sarta de perforación, <i>Top Drive</i> (opcional).
CIRCULACIÓN	Su principal función es mantener el fluido de perforación en un circuito cerrado.	Tanques de Lodo (3), Líneas de succión, Bombas de lodo, Línea de descarga, <i>Standpipe</i> , Cuello de ganso, Unión giratoria, Tubería de perforación, Collares de perforación, Broca, Línea de flujo, Equipo de control de sólidos, Bombas centrífugas.

Sistema	Función	Equipos
SEGURIDAD	Su función es la de prevenir el flujo incontrolado de los fluidos desde la formación hasta el pozo.	Válvulas de seguridad, línea de matar, múltiple de estranguladores, acumulador hidráulico, tanques de llenado, separador de gas.

Fuente: C&MA LTDA.

Se contará además, con equipos considerados de carácter temporal los cuales se utilizarán una o periódicamente; Los equipos con mayor incidencia dentro de una operación de perforación se indican en la Tabla 6.

Tabla 6. Equipos a utilizar para la perforación de pozos.

TIEMPO	EQUIPO	ACCESORIOS
PERMANENTE	Equipo de control de reventones	Indicadores de flujo, de volumen en la pit, de hueco lleno, preventoras, Pipe rams, blind rams, shear rams, Drilling spool, Línea de llenado – manifold
	Equipo de manejo y tratamiento de cortes y lodo	Zarandas, Desarenador, Deslimador, Mud cleaner, Centrífugas
	Equipo de tratamiento de agua	“Red fox” (agua residual doméstica) Unidad de <i>Dewatering</i> (agua residual industrial) (en caso de que el tratamiento sea In situ). Kit de muestreo para pruebas físico-químicas Balanza
TEMPORAL	Equipo para corazonar	Broca de Corazonamiento, Barril Interno, Junta de cambio de rosca, Junta de seguridad, Martillo de perforación

TIEMPO	EQUIPO	ACCESORIOS
	Equipo de cementación	Camión de cementación, Bombas de desplazamiento positivo, Tanques de almacenamiento de cemento, Cabeza de cementación, Zapato guía o flotador, tapones de tope y fondo
	Equipo para toma de registro de pozo	Camión de registro, Sondas de registro y herramientas para manipulación de equipos
	Equipo para la generación e inyección de vapor	En el evento de que algún pozo perforado se convierta en pozo inyector de vapor, se requerirá del correspondiente equipo de generación e inyección de vapor en la plataforma
	OTROS EQUIPOS	Equipo de soldadura, Equipo de control de incendios, Brocas, equipos de flotación, Equipo para el transporte interno de material (cargador) y transporte externo para personal y carga.

Fuente: C&MA LTDA.

- **Requerimiento de Maquinaria**

En la instalación de los equipos mencionados en el ítem anterior, se hará indispensable disponer de maquinaria como grúas y carromachos para llevar a cabo el levantamiento del equipo. Así mismo, se contará con retroexcavadoras, cargadores, montacargas y carrotanques.



Fotografía 1. Maquinaria utilizada durante la perforación.

Fuente: C&MA LTDA.

- **Procesos de perforación**

La tecnología a utilizar como se mencionó con anterioridad es el sistema de perforación rotacional. Este sistema utiliza una broca ensamblada a la sarta de tubería que mediante el movimiento rotacional desgasta la formación con la que interactúa. La tubería ubicada sobre la broca es de mayor espesor y es la que se encarga con su peso de aplicar la fuerza necesaria sobre la broca para que se avance en profundidad.

El fluido de perforación o lodo, pasa por la parte interna de la sarta hasta la broca saliendo por las boquillas y comienza a ascender por el espacio anular existente entre la sarta y las paredes del pozo trayendo consigo los cortes de perforación que posteriormente son separados en superficie mediante el equipo de control de sólidos.

Para estabilizar el pozo y dar un diámetro constante de trabajo, se procede al revestimiento que consiste en pegar a las paredes del pozo la tubería de revestimiento cuyo diámetro es ligeramente menor al del pozo; para esto, se requiere sacar del pozo la tubería de perforación y descender la de revestimiento, la cual se pega a las paredes del pozo por medio de la cementación.

La cementación es la operación mediante la cual se bombea una lechada de cemento por la tubería de perforación, para adherir la tubería de revestimiento a las paredes del pozo. Una vez se ha llegado a la profundidad de diseño se debe colocar el primer revestimiento o de superficie, se procede a sacar la tubería de perforación para luego bajar la tubería de revestimiento y bajar nuevamente la de perforación. Después se sienta el empaque en el espacio anular entre las tuberías (de revestimiento y perforación) para impedir el ingreso de la lechada, obligándola a circular por el espacio anular entre la tubería de revestimiento y las paredes del pozo. Cuando la lechada retorna a superficie se asume que el anular ha sido llenado, sin embargo se deja circular un tiempo más para evitar que queden atrapadas burbujas de aire dentro del cemento y se espera a que el cemento fragüe para finalizar el revestimiento.



Fotografía 2. Equipo de cementación tipo utilizado en perforación.

Fuente: C&MA LTDA.

Cuando se llega a la profundidad objetivo se realiza la toma de registros que consiste básicamente, en la generación de una alteración de la energía en el fondo del pozo mediante el uso de una fuente. Dicha alteración o cambio se

registra para su posterior interpretación en superficie. La operación utiliza una herramienta que pende de la superficie y transporta tanto la fuente como el mecanismo para registrar. La herramienta desciende gracias a un sistema de poleas unidas por un cable y movidas por un malacate.

Los registros eléctricos se realizan para determinar el intervalo productor. Cuando se llega a la formación productora, se genera una corriente eléctrica mediante un cable que va por dentro de la tubería de perforación. La actividad ocasionada en el pozo por la corriente eléctrica, se registra en una placa. Dicha actividad es mayor en las zonas que contienen fluidos y mucho mayor en las que contienen agua, debido a que la conductividad eléctrica de los fluidos es mayor que la de las formaciones y a su vez la del agua mayor que la del aceite. El registro se obtiene en superficie mediante la utilización de un software que traduce las señales emitidas en el fondo del pozo y las convierte en una gráfica de profundidad contra actividad o conductividad según sea el caso.

Si el pozo resulta productor, se procede al respectivo alistamiento para su futura entrada en producción, una vez construida la línea de flujo hasta la estación de recolección o el cargadero de carrotanques en cada plataforma multipozo. En caso contrario se clausura técnicamente, enviando un tapón de cemento al fondo del pozo y en superficie se coloca una lápida en concreto con información básica del pozo.

5.3.2 Descripción del Completamiento y las Pruebas de Producción.

Después de finalizada la perforación, se realiza una serie de trabajos en el pozo para dejarlo en condiciones de producción. Los trabajos incluyen el revestimiento del intervalo productor o el cañoneo del revestimiento y, finalmente, la instalación de la tubería de producción y del sistema de levantamiento.

Con el revestimiento de la formación productora se evita el derrumbe de las paredes del pozo y se brinda un diámetro constante de trabajo para posteriores trabajos en pozo ("Workover").

El cañoneo se realiza cuando según la interpretación de los registros eléctricos y el análisis de los cortes de perforación, se llega a la formación productora, por lo que se baja una sarta de cañoneo la cual contiene pequeñas cargas explosivas que cuando se detonan, los tiros perforan la sarta y la formación, generando unos canales que facilitan el flujo de los fluidos hacia el pozo. Finalmente, se instala la tubería de producción encausa el fluido aportado por la formación productora y contiene las herramientas del levantamiento artificial.

Posteriormente, se procede a la limpieza del pozo, la cual consiste básicamente en remover el lodo de perforación mediante el bombeo de agua fresca o salobre por la sarta de perforación. La operación finaliza cuando no se recogen cortes en el equipo de control de sólidos.

El agua utilizada para la limpieza del pozo provendrá, si sus condiciones lo permiten, de la piscina o de los tanques de almacenamiento del agua residual ya tratada; después de ser usada en la limpieza del pozo, se reintegrará al sistema de tratamiento de las aguas residuales del pozo para su vertimiento; de lo contrario el agua requerida para la limpieza del pozo se tomará de alguno de los sitios de captación autorizados.

Las pruebas de producción para los pozos de desarrollo se realizan en la misma locación del pozo mediante facilidades tempranas o en las facilidades tempranas ubicadas en locaciones cercanas al campo, conectando cada pozo por medio de líneas de flujo al sistema de recibo, tratamiento y almacenamiento disponible en el campo.

Los trabajos de pozos consisten básicamente en:

- Mantenimiento del sistema de levantamiento de los pozos
- Limpieza de la formación productora en la cara del pozo mediante estimulación química
- La cementación de intervalos
- Recañoneo de pozos
- Instalación de sistemas de control de arenas
- Pruebas de otros posibles intervalos productores

La descripción de cada actividad se presenta a continuación:

Estimulación Química: Consiste en realizar un tratamiento químico a la formación mediante la inyección desde superficie de solventes y surfactantes que buscan disolver las parafinas, escamas o diferentes depósitos que taponan la formación productora.

Cementación de intervalos: El objetivo de la cementación es aislar intervalos acuíferos o de alta permeabilidad por donde se puedan desviar los fluidos que circulan por el pozo. Consiste en el envío de una lechada de cemento desde superficie hasta el pozo por dentro de la tubería de producción. Una vez se ha bombeado el volumen de cemento estimado previamente, se continúa bombeando agua para lograr que el cemento ascienda por el espacio anular hasta la profundidad del intervalo de interés y se mantiene la presión por un tiempo estimado para el fraguado del cemento.

Recañoneo de pozos: Esta actividad consiste en descender una herramienta que lleva pequeñas cargas explosivas las cuales son detonadas desde superficie. Cuando se activan dichas cargas se expulsan de manera radial pequeñas partículas que perforan la tubería de producción y revestimiento y se internan algunos pies en la formación productora ocasionando canales que facilitan el flujo de los fluidos desde la formación hasta el pozo.

5.3.3 Descripción de las Facilidades Tempranas de Producción.

- **Procesos de Producción**

Procesos de producción tipo:

Sistema de tratamiento de crudo: El proceso de producción y tratamiento de los fluidos es el siguiente: El hidrocarburo producido en cabeza de pozo se dirige hacia el manifold de producción, de allí se lleva a un separador horizontal bifásico, en el cual se logra la separación de líquido (agua y aceite) y gas, bajo las condiciones de presión y temperatura. Estos separadores se encuentran provistos de compresores para alimentar adecuadamente sus controles para así lograr una mejor separación. Una vez ya separada la corriente líquida y la corriente gaseosa, se conduce el líquido por unas líneas al gun barrel y mediante el aprovechamiento del efecto de la gravedad se realiza la separación del agua y el aceite. El crudo separado en el gun barrel es dirigido a los tanques de almacenamiento. Los tanques de almacenamiento deben tener dique en concreto.

El crudo almacenado en los tanques se realiza un tratamiento para llevar el hidrocarburo a las especificaciones de venta, el tratamiento que se le realiza es un tratamiento químico, el cual consiste inicialmente en agregar un antiespumante y un rompedor directo en la línea de retorno en el cabezal de pozo para facilitar la separación de los fluidos (líquido y gas), en la salida del separador (en la entrada del gun barrel) se aplica un rompedor universal para que se logre la separación del agua y el aceite y finalmente en los tanques de almacenamiento se realiza un aumento de la temperatura utilizando una caldera (tratador térmico, lo cual permite llevar al hidrocarburo bajo las condiciones de fiscalización (eliminar excesos de agua y disminuir el %BSW). La caldera cuenta con una caseta en donde se encuentran los compresores para tener un control en la temperatura suministrada en el crudo.

Sistema de tratamiento de agua y gas: El agua producida puede ser tratada o no. Si no se trata, se lleva hacia el campo cercano, en carrotanques o mulas diariamente, con el fin de inyectarla en un pozo inyector. La corriente de gas generada en los separadores es llevada a un scrubber para eliminar excesos de agua presentes en la corriente y una vez la corriente limpia se conduce mediante líneas de flujo a una tea, la cual cuenta con un dique en saco suelo cubierto con geomembrana para ser quemada (se quema la producción diaria).

- **Facilidades Tempranas de Superficie:**

Dentro de las facilidades de superficie tipo que se pueden tener en campo se encuentran las siguientes (de acuerdo al proceso de producción de cada campo):

- ✓ Manifold principal
- ✓ Tanques Gun Barrel
- ✓ Bombas de transferencia
- ✓ Intercambiadores de calor
- ✓ Tanques de almacenamiento de crudo
- ✓ Sistema de llenado de carrotanques
- ✓ Bombas de transferencia
- ✓ Tanque de almacenamiento de agua de producción obtenida a lo largo del sistema de tratamiento de crudo
- ✓ Planta de tratamiento de aguas de producción
- ✓ Tanque para almacenamiento del agua

5.3.4 Descripción de la construcción de las Líneas de Flujo

Para manejar las líneas de flujo que se requieren durante la operación de un campo, se debe determinar la construcción de troncales por donde se conducirán todas las líneas de flujo requeridas, así como las líneas de transmisión eléctrica de

suministro. Las líneas de flujo son superficiales, apoyadas sobre marcos H y enterradas en los tramos en donde se requiera (entradas a fincas, cruces de vías, etc).

Se debe establecer el ancho del corredor del derecho de vía de las troncales, ubicado a un lado de las vías existentes; sobre este derecho de vía también debe realizarse el montaje de la red eléctrica de suministro del campo, para la cual se debe establecer el ancho de la servidumbre (a cada lado de eje). Para las líneas de flujo, de debe tener en cuenta la luz entre apoyos de los marcos H.

Las líneas de flujo en tubería más utilizadas son de 6", 8" y 10" de diámetro para las líneas principales y de 3" de diámetro para las líneas de emulsión en Acero al Carbón Schedule 40, revestida para protección mediante tipo tricapa o podrán ser en polietileno de alta densidad para altas presiones; la tubería de polietileno se encuentra en rollos de 150m lo que facilita su instalación ya que el número de pegas es menor comparado con tubería de acero, y se realiza mediante electrofusión. Este tipo de tubería presenta una ventaja respecto a la tubería de acero y es su facilidad de instalación; no requiere recubrimientos para protección contra corrosión (o protección catódica) en los casos que vaya enterrada.

➤ **Las alternativas de trazado, posibles accesos y cruces fluviales**

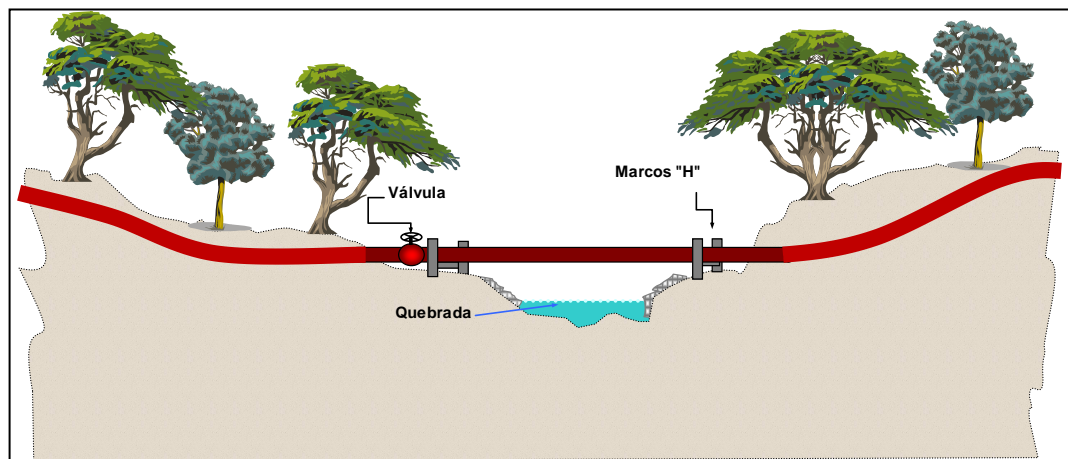
El tendido de la tubería, se realiza paralelo a las vías veredales existentes, o las vías de acceso a los pozos, lo que permitirá tender la tubería sin necesidad de construir nuevos accesos.

La construcción de líneas de flujo se debe realizar respetando los criterios establecidos en las zonificaciones ambiental y de manejo de la actividad. En caso de que se requiera un trazado diferente, el trazado podrá ser factible siempre y cuando se ciña a los resultados de la zonificación ambiental, y no se requiera permiso aprovechamiento forestal, ni de ocupación de cauce diferente a lo

autorizado en la licencia ambiental. Las líneas de flujo desde cada pozo se conectan a la troncal más cercana.

- **Cruce de cuerpos de Agua:** Para el cruce de los cuerpos de agua se presentan como alternativa la realización de cruces aéreos sobre marcos "H" ubicados en las dos orillas del cuerpo de agua a cruzar (ver Figura 11) o por el método de zanja abierta para lo cual se realizarán las obras de protección apropiadas que garanticen la estabilidad de la obra y la mínima afectación al medio ambiente.

Figura 11. Cruces de los cuerpos de agua

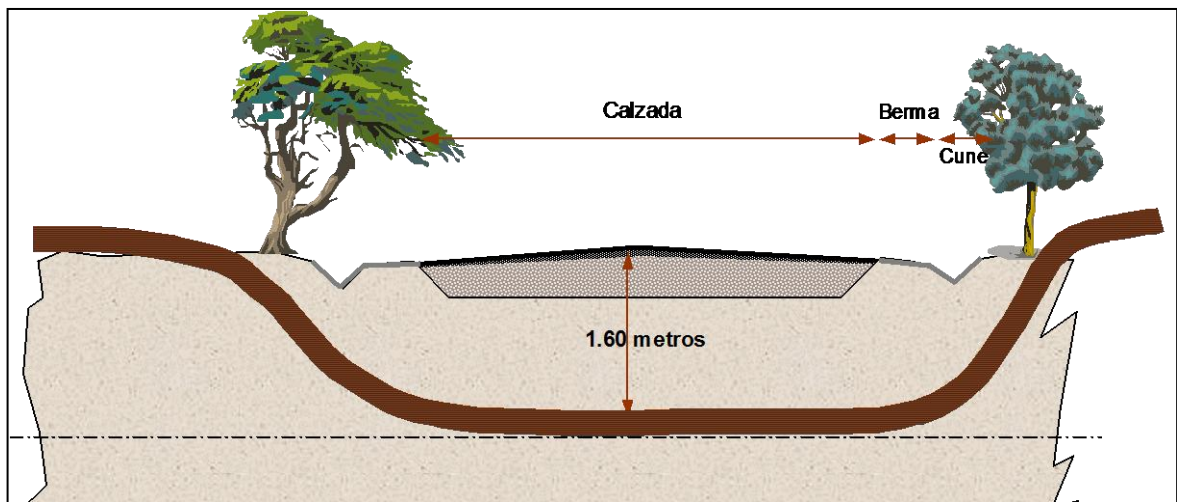


Fuente: C&MA LTDA.

Si el cruce se realiza en forma aérea no se requerirá de permiso para ocupación de cauces y se podrá realizar en cualquier punto del cuerpo de agua que no tenga vegetación; en caso de que el cruce de las líneas troncales por los cuerpos de agua se realice por el método a zanja abierta, se deberán utilizar los derechos de vía propuestos para las troncales y sobre los puntos en los cuales se solicitaron las ocupaciones de cauces.

Vías de Acceso: Los cruces de las vías de acceso se realizan a cielo abierto; son vías en afirmado que no generarán sobranes de capa asfáltica; el sistema constructivo se realizará en tramos, dividiendo el cruce en dos mitades, en el cual se trabajará en una de las mitades, mientras se habilita el tráfico vehicular por el otro. Después de realizado el cruce, se deberá dejar el estado de las vías en iguales o mejores condiciones de las encontradas antes del cruce; es conveniente realizar la información y comunicación a los pobladores del AID del campo para evitar incomodidades y molestias por el cierre temporal de la vía. La zanja se rellenará con el mismo material sobrante de su excavación si el material cumple con las especificaciones para el relleno de la vía.

Figura 12. Cruce por las Vías de Acceso.



Fuente: C&MA LTDA.

➤ **Los métodos constructivos, prueba hidrostática e instalaciones de apoyo**

La realización normal de la línea cobijará las siguientes actividades:

- Localización y replanteo
- Apertura y conformación del derecho de vía
- Tendido de la tubería

- Doblado, alineado y soldadura
- Radiografía, Revestimiento y soldadura de Juntas
- Zanjado (en sitios especiales)
- Bajado y tapado
- Limpieza y Prueba Hidrostática

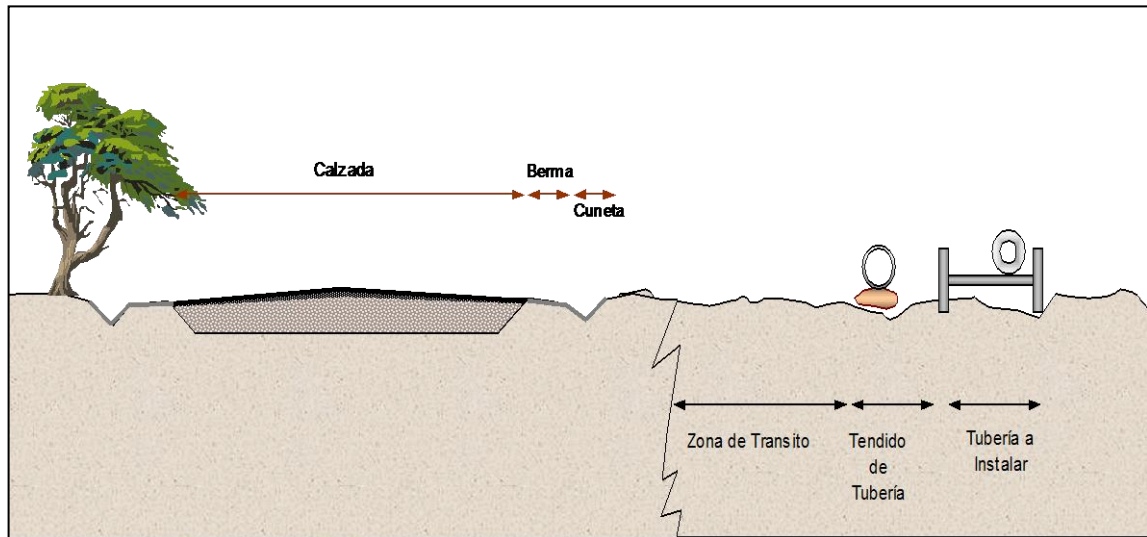
A continuación se describen las actividades mencionadas anteriormente:

Localización y Replanteo: Esta actividad se refiere a las operaciones de localización y replanteo de las líneas de flujo. Para esta actividad se utilizan procedimientos tradicionales de topografía, con tránsito y distanciómetros, a partir de los mojones de referencia establecidos previamente.

Apertura y conformación del derecho de vía: El derecho de vía es una franja del terreno a lo largo de toda la línea sobre el cual se ejecutarán los trabajos, con la intención de que permanentemente sea posible el tránsito a lo largo de toda la línea, tanto para equipos como para vehículos.

El equipo para realizar el derecho de vía incluye maquinaria para movimiento de tierra tal como buldózer, cargador y retroexcavadora.

Figura 13. Adecuación del Derecho de Vía.



Fuente: C&MA LTDA.

Tendido de Tubería: El tendido de la tubería consistirá en transportarla desde el sitio de acopio hasta el derecho de vía, donde se ubicará, de tal manera que permita la circulación de maquinaria y equipos.

La tubería descansará apoyada sobre sacos rellenos de suelo del sitio a lo largo del derecho de vía, con el fin de evitar daños, abolladuras, corrosión, etc. Una vez soldada, la tubería debe quedar soportada con distancias no mayores de 12m entre apoyos.

Doblado, Alineado y Soldadura de Tubería: Para llevar a cabo el doblado, se debe definir la distribución de los tubos a doblar, la magnitud de las curvas y la localización del vértice, así como la disposición de los golpes para obtener los grados de doblado requeridos por el tubo. Esta actividad será llevada a cabo por el frente de doblado, el cual se hará en frío con una dobladora. Al respecto es importante tener en cuenta que la distancia mínima entre una curva y una junta circunferencial a los extremos de la tubería no debe ser inferior a 1,80m con el fin de evitar ovalamiento.

El proceso de alineación consiste en la colocación de los tubos enfrentados, mediante la utilización de grapas internas y externas que garanticen su alineación y fijación, durante el desarrollo de los trabajos.

La labor de soldadura será realizada por personal calificado y regulada según la norma API-1104 “STANDARD PIPELINE WELDING AND RELATED FACILITIES”. Durante esta labor las soldaduras deberán protegerse de las condiciones meteorológicas que puedan perjudicarlas durante la operación. También se dejará una pega abierta cada cierta distancia con el fin de poder manejar la lingada.

Se realizará una inspección visual de la soldadura para verificar la calidad del acabado exterior.

Radiografía, Revestimiento y soldadura de Juntas: Se utiliza tubería revestida en fábrica, de tal manera que en el sitio de la obra sólo será necesario revestir las juntas y corregir defectos del recubrimiento original ocasionados por la manipulación de los tubos. Para el revestimiento de juntas se procederá así:

- La tubería se limpia por medios mecánicos con el fin de eliminar o remover escamas de óxido, residuos de soldadura, filos, protuberancias, depósitos de tierra, óxido suelto y escama de laminación, aceite, grasa, humedad, polvo o cualquier otro material extraño.
- Inmediatamente después de la limpieza de la superficie, se aplicará una capa de pintura anticorrosiva y otra de imprimante, uniformes en términos de espesor y adherencia. La película de imprimante se protegerá durante el secado y se evitará su contacto con desechos, pasto, hojas, tierra o polvo. Se aplicará una capa protectora uniforme con cinta
- Una vez que los tubos se encuentren alineados y biselados se procederá a la unión de la tubería, labor que se hará con dos tipos de soldadura ejecutados por

personal experto del Contratista de Construcción: de penetración, y de presentación. En general el procedimiento de soldadura debe ajustarse a los siguientes requerimientos:

- ✓ Mantener el amperaje y voltaje apropiados para el tipo de tubería utilizado, de tal manera que se logre una completa fusión y una penetración máxima.
- ✓ La soldadura no debe hacerse cuando ésta se vea sujeta a un enfriamiento rápido; no se debe mover el tubo ni retirar la grapa alineadora hasta que no esté terminado el 50% del fondeo.
- ✓ Los biselos de la tubería deben limpiarse perfectamente con equipo electrónico o en su defecto con limas hasta dejar el metal libre de óxido y mugre en toda su superficie. Esta operación no debe adelantarse a la soldadura más de 100m, ni permanecer la superficie expuesta al aire por más de 1 hora después de haber sido limpiada.
- ✓ Evitar la soldadura en época de lluvias, o utilizar las protecciones debidas.
- ✓ Se colocará protección al suelo durante la limpieza de impurezas y óxidos de las soldaduras para prevenir que caigan directamente sobre el terreno.
- ✓ El revestimiento de la tubería debe protegerse adecuadamente de las salpicaduras propias de la soldadura.
- ✓ Se deberá contar con un recipiente para la recolección en la fuente de las colillas de soldadura.

Prueba Hidrostática: Se realiza la prueba hidrostática al tendido de la línea de flujo, cumpliendo con las normas planteadas en API-1110: “Recommended Practices for Pressure Testing of Liquid Petroleum Pipelines”.

El agua para la prueba hidrostática podrá ser tomada de los puntos de captación propuestos en este documento. Se ha calculado aproximadamente que para cada kilómetro de tubería de diámetro de 4" se utilizarán 16,21m³ de agua.

El agua resultante de la prueba hidrostática se llevará directamente al sistema de tratamiento de las aguas de producción del campo para ser dispuesta de acuerdo a lo establecido en este documento.

Apertura de Zanja: En sitios como entradas a fincas, cruces de vías la tubería irá enterrada por lo que se procederá a la apertura de la zanja a lo largo del derecho de vía. Esta zanja, donde se alojará la tubería, deberá tener la profundidad y amplitud adecuadas de acuerdo con el diámetro del tubo para asegurar la debida protección a la línea y evitar daños a su recubrimiento durante el bajado.

Dependiendo de variables como: Tipo de suelo, nivel freático, topografía, entre otros, la zanja tendrá una profundidad aproximada de 1,2m.

El fondo de la zanja no deberá tener basura, ni materiales ajenos que generen concentración de carga sobre el revestimiento de la tubería pues deberá permitir un apoyo uniforme sin forzamiento del tubo.

Los residuos generados durante la apertura de la zanja, tal como el material de corte, serán dispuestos en forma adecuada evitando que se mezclen con el material orgánico removido a lo largo del derecho de vía.

Bajado de la Tubería y Tapado de la Zanja: Una vez adecuada la zanja se procederá al bajado de manera gradual y uniforme de la tubería, para que se distribuya su peso de manera uniforme y se reduzcan hasta el mínimo los esfuerzos secundarios sobre ésta, evitando daños en la línea y en su recubrimiento, utilizando estobos diseñados para esta labor. La tubería revestida deberá bajarse a la zanja inmediatamente después de haber sido inspeccionado el

revestimiento, con el fin de localizar discontinuidades y reparchar o reparar los defectos.

CONCLUSIONES

- Para la realización un estudio ambiental (EIA y/o PMA) se requiere la conformación de un grupo base multidisciplinario, ya que los términos de referencia exigidos por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) cuentan con aspectos técnicos petroleros e información de tipo ambiental que determinan en conjunto la viabilidad del proyecto.
- Una buena planeación de las actividades que se llevarán a cabo en la realización de un estudio ambiental, permite el desarrollo de dichas actividades en forma clara, concisa y certera, recolectando así información útil y veraz para la elaboración de un documento de calidad que satisfaga las necesidades de cliente, y a su vez logre eliminar los reprocesos y la pérdidas de tiempo y recursos en el desarrollo de una actividad específica.
- El uso de programas computacionales que permitan realizar una buena planeación del trabajo que se llevará a cabo en el proyecto, facilita la recolección de la mayor cantidad de información requerida para la elaboración del documento, de acuerdo a los requerimientos contemplados en los términos de referencia.
- Microsoft Project Profesional 2007 es una herramienta de fácil acceso que permite realizar la planeación de un proyecto de manera rápida y sencilla. Por medio de la información mostrada en los informes de avance se logra llevar el seguimiento periódico del desarrollo de las actividades del proyecto y la actualización de dichas actividades a realizar.

- No existe una metodología única para la realización de los estudios ambientales, esto depende de las exigencias del cliente y de la política de calidad con que cuenta la empresa contratada para tal fin. La metodología presentada en este proyecto está diseñada con el objetivo de presentar un producto de calidad de tal forma que se logren satisfacer las necesidades del cliente y se presente un producto que vaya mucho más allá de las expectativas instadas por el cliente.
- La estructura del capítulo de descripción de proyecto contempla información de las actividades petroleras a realizar en un área de interés exploratorio o en un campo de explotación según sea el estudio ambiental a realizar, teniendo en cuenta las obras civiles, los movimientos de tierra, la ocupación de causes, las vías de acceso entre otros aspectos que producen un impacto ambiental; de tal forma que se logre detallar claramente y en forma concisa el objetivo y el alcance del proyecto.
- La realización del capítulo de descripción de proyecto de los estudios ambientales (EIA y PMA) contiene la información preliminar y general que permite conocer el objetivo y la finalidad del proyecto a realizar, de tal forma que se logre contar con información clave a la hora de validar la información contenida en los capítulos posteriores a la descripción.

BIBLIOGRAFÍA


- COLOMBIA. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE; INSTITUTO DE CIENCIAS NATURALES y UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Conservación Internacional Colombia. Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- COLOMBIA. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. Política de participación ciudadana y comunitaria en el marco de la gestión ambiental de los sectores productivos: Documento de trabajo, 2001.
- COLOMBIA. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. Propuesta de Política de Evaluación Ambiental Exposición de Proyectos de Inversión. Colombia, 1996.
- COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Departamento Nacional de Aguas y energía eléctrica. Normas y recomendaciones hidrológicas: anexo II – Fluviometría, 1967. 100 p.
- MOJICA, J. C., et al. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales – Universidad Nacional de Colombia. Ministerio del Medio Ambiente. Instituto Humboldt. Conservación Internacional Colombia, 2002.
- MORENO, Carlos A. Proyecto piloto de contabilidad económico-ambiental integrada para Colombia, Bogotá: COLSCEA, 1996.

- OLVE, N.; ROY, J. y WETTER, M. Performance drivers: A practical guide to using the balanced scorecard. En: Gestión 2000.
- PENNAK, R.W. Freshwater invertebrates of the United States. New York. 1978, 803 p.
- PENMAN, H.L. Natural evaporation from open water, bare soil and grass: Proceedings of the Royal Society of London, 1948. P.12-145.
- Ramírez A. y Viña G. Limnología Colombiana. BP Exploration Colombia y Universidad Jorge Tadeo lozano: 1998 293p.
- RAUDKIVI ARVED, J. Hydrology: An Advanced Introduction to Hydrological Processes and Modeling, 1979.
- RENJIFO, Luis, et al. Libro rojo de aves de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, 2002.
- Revista Empresas Publicas de Medellín. 15, 2005.
- ROA, S. H. Anfibios de Colombia. Proyecto Estudio de la Diversidad Biótica en Colombia. Convenio Inderena – Universidad Nacional de Colombia, Santafé de Bogotá D.C., 1995.
- RODRÍGUEZ, J., et al. Mamíferos colombianos: sus nombres comunes e indígenas. En: Occasional Papers in Conservation Biology. n.3, Santafé de Bogotá: 1995.

- RUEDA, J. Anfibios y reptiles amenazados de extinción en Colombia. En: Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Vol. XXIII, Suplemento especial, 1999, p. 475-498.
- RUÍZ, C.; ARDILA, M. y LYNCH, J. Lista actualizada de la fauna Anfibia de Colombia. En: Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 20(77), 1996.
- SCHUTZ, A. Fenomenología del mundo social: Introducción a la sociología comprensiva. Buenos Aires: Paidós, 1972. Saenz, S., Walschburger , T., Leon , J, y J. Gonzalez . 2010. Propuesta metodológica para asignación de compensaciones por pérdida de biodiversidad – Instructivo de aplicación. Convenio de Asociación No.09 de 2008. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, The Nature Conservancy, World Wildlife Fund, Conservación Internacional. Colombia. 37 p.
- SÁNCHEZ, C. H.; CASTAÑO, O. y CÁRDENAS, G. Diversidad de Los Reptiles En Colombia. En: Rangel, J. Colombia Diversidad Biótica I. Convenio Inderena -Universidad Nacional de Colombia, Santafé de Bogotá: 1995. p. 277-325.
- SIMONS, LEE & ASSOCIATES. Engineering analysis of fluvial systems, 1982. STILES, F. G. Las aves endémicas de Colombia. En: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, 1997.
- THOM, R. Matemáticas y teorización científica. Barcelona: Tusquets Editores, 2ª ed., 1997. THORTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. Geographical Rewil, New York, 1948.


- TURC, L. Le bilan d'eau des et sols: Relations entre les precipitations, l'évaporation, l'écoulement. Versailles: Institut National de la Recherche Agronomique / Laboratoire des Sols.
- UNIVERSIDAD DE CANTABRIA y GRUPO DE INGENIERÍA OCEANOGRÁFICA Y COSTAS. Documento Temático Regeneración de Playas, 2003.
- UNIVERSIDAD DE PORTO ALEGRE. Hidrología, 1993. 939 p.
- U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS COASTAL. Engineering Manual, 1998.
- U. S. GEOLOGICAL SURVEY-USGS. Water-quality Information Data. Office of water quality de un Programa de Acción Mundial, 2001.
- VESSMAN, Knapp & Lewis, Introduction to Hydrology, 1977.
- VIEIRA, L.S. & VIEIRA, M. N. F. Manual de morfología y clasificación de los suelos. São Paulo: Ceres, 1983. 313 p.
- WCI COLOMBIA LTDA. Seguimiento ambiental de proyectos minero-energéticos, Proyecto CERI-ACDI. Colombia: 1999.

ANEXOS

CONSULTORÍA & MEDIO AMBIENTE LTDA 	LISTA DE CHEQUEO HI-TER 1-03A	CODIGO: EJE-FO-21
		VERSIÓN No.: 0
		Página 180 de 190

Anexo A 1. LISTA DE CHEQUEO PARA UN EIA EXPLOTACIÓN


LISTA DE CHEQUEO HI-TER-1-03 A					
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA EXPLOTACIÓN DE HIDROCARBUROS					
Proyecto:			Fecha:		
2	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	SI	NO	NA	OBSERVACIONES
Realizar la Descripción de las Especificaciones Técnicas del Proyecto a Desarrollar.					
2.1	LOCALIZACIÓN				
El documento cuenta con la siguiente información:					
	•Localización político-administrativa (departamental, corregimetal, veredal y demás) y geográfica del proyecto y su área de influencia.				
	•Localización del proyecto en un plano georreferenciado en coordenadas planas (Datum magna sirgas) a escala 1:25000 o mayores.				
2.2	CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO				

CONSULTORÍA & MEDIO AMBIENTE LTDA 	LISTA DE CHEQUEO HI-TER 1-03A	CODIGO: EJE-FO-21
		VERSIÓN No.: 0
		Página 181 de 190

	<p>El documento especifica las características técnicas del proyecto en las diferentes etapas y actividades a desarrollar, acompañado de los respectivos diseños tipo de la infraestructura a construir y a adecuar. Señalando las necesidades de recursos naturales, económicos, sociales y culturales, incluyendo los estimativos de mano de obra, mediante la siguiente información:</p>				
	• Se enuncian la Duración de las obras.				
	• Se cuenta con las Etapas de las obras a desarrollar.				
	• Actividades que se realizarán en el proyecto.				
	• Cronograma de Actividades.				
	• Costo total del proyecto.				
	• Costo de operación anual del proyecto.				
	• Estructura organizacional de la empresa.				
	• Responsable de la gestión ambiental (Incluir sus funciones).				
2.2.1	INFRAESTRUCTURA EXISTENTE				
	El documento cuenta con la siguiente información:				
	• Vías e infraestructura asociada (Tipo, Estado y Clasificación).				
	• Infraestructura petrolera (Tipo, Estado y Empresa Operadora).				
	• Infraestructura de servicios públicos (Energía, Acueductos, Alcantarillados, gas, entre otros).				

CONSULTORÍA & MEDIO AMBIENTE LTDA 	LISTA DE CHEQUEO HI-TER 1-03A	CODIGO: EJE-FO-21
		VERSIÓN No.: 0
		Página 182 de 190


2.2.2	ESTRATEGIAS DE DESARROLLO				
	<p>El documento presenta una proyección para el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas, contemplando como mínimo la infraestructura proyectada (vías, locaciones, pozos, facilidades de producción y líneas de flujo u otro tipo de transporte, entre otras), los mecanismos de producción y sus actividades de mantenimiento. Para lo cual debe contar con la siguiente información:</p>				
2.2.2.1	Vías de Acceso al Área y Locaciones				
	<p>El documentos define los posibles corredores de acceso y locaciones, presentando la información relacionada con los corredores, obras de arte y las locaciones e infraestructura relacionada, describiendo, ubicando y dimensionando, lo siguiente:</p>				
	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de las vías a utilizar. 				
	<ul style="list-style-type: none"> • Propuesta de mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento de las vías (Incluir obras a construir). 				
	<ul style="list-style-type: none"> • Obras de arte existentes en las vías a utilizar. 				
	<ul style="list-style-type: none"> • Referencias cualitativa y cuantitativamente de los tramos de vías específicos a adecuar, a partir de los cuales se construirán las vías de acceso a las plataformas u otra infraestructura. 				
	<ul style="list-style-type: none"> • Trazado de las vías existentes, acordes al área de influencia directa. 				
	<ul style="list-style-type: none"> • Alternativas de trazado y especificaciones técnicas de las vías a construir. 				
	<ul style="list-style-type: none"> • Métodos constructivos e instalaciones de apoyo (campamentos, talleres y otras). 				
	<ul style="list-style-type: none"> • Volumen estimado de cortes y rellenos. 				
	<ul style="list-style-type: none"> • Asentamientos humanos e infraestructura social, económica y cultural a intervenir. 				

CONSULTORÍA & MEDIO AMBIENTE LTDA 	LISTA DE CHEQUEO HI-TER 1-03A	CODIGO: EJE-FO-21
		VERSIÓN No.: 0
		Página 183 de 190


	• Fuentes de emisiones atmosféricas generadas (gases o partículas).				
	• Emisiones de ruido por fuentes fijas o móviles.				
	• Estimativos de maquinaria, equipos y mano de obra.				
	• Duración de las obras, etapas y cronograma de actividades.				
	• Actividades de mantenimiento.				
	• Desmantelamiento y restauración de las áreas intervenidas.				
2.2.2.2	Perforación de Pozos				
	El documento cuenta con la descripción y definición de:				
	• Equipos, maquinaria, sistemas y procesos de perforación.				
	• Instalaciones de apoyo.				
	• Requerimientos de insumos y fuentes de energía.				
	• Organización típica y personal necesario.				
	• Completamiento y pruebas cortas de producción (Equipos, insumos, tipo y manejo de residuos, entre otros).				
	• Desmantelamiento y restauración de las áreas intervenidas.				
	• Número máximo de plataformas y pozos.				
	• Estimativos de mano de obra.				
2.2.2.3	Trabajos en Pozo				

CONSULTORÍA & MEDIO AMBIENTE LTDA 	LISTA DE CHEQUEO HI-TER 1-03A	CODIGO: EJE-FO-21
		VERSIÓN No.: 0
		Página 184 de 190

	El documento describe o define las actividades a realizar en cada etapa del pozo, tales como:				
	• Pruebas de producción.				
	• Actividades de mantenimiento (Equipos, insumos, entre otros).				
	• Mecanismos de producción y abandono.				
	• Estimativos de mano de obra.				
2.2.2.4	Líneas de Flujo				
	El documento presenta la información relacionada con los derechos de vías, obras de arte e infraestructura relacionada, describiendo, definiendo, ubicando o dimensionando, los siguientes aspectos:				
	• Alternativas de trazado, cruces fluviales y posibles accesos (Incluir las longitudes).				
	• Especificaciones técnicas de los cruces especiales.				
	• Métodos constructivos, prueba hidrostática e instalaciones de apoyo (campamentos, talleres, caminos de servicio, otras).				
	• Diámetro de la tubería a instalar (incluir longitud y derecho de vía).				
	• Asentamientos humanos e infraestructura social, económica y cultural a intervenir.				
	• Estimativos de maquinaria, equipos y mano de obra.				
	• Desmantelamiento y restauración de las áreas intervenidas.				
2.2.2.5	Facilidades de Superficie				


CONSULTORÍA & MEDIO AMBIENTE LTDA 	LISTA DE CHEQUEO HI-TER 1-03A	CODIGO: EJE-FO-21
		VERSIÓN No.: 0
		Página 185 de 190

	En el documento se describen, definen, ubican o dimensionan las siguiente características:				
	• Alternativas de ubicación y selección de sitios (criterios técnicos, tecnológicos y ambientales).				
	• Procesos de producción y manejo de fluidos (crudo, agua y gas).				
	• Ubicación de instalaciones (incluir cuantificación de movimientos de tierra, redes de drenaje, áreas de tratamiento y disposición de residuos, zonas de almacenamiento de insumos, sustancias y combustibles y teas).				
	• Estimativos de maquinaria, equipos y mano de obra.				
	• Asentamientos humanos e infraestructura social, económica y cultural a intervenir.				
	• Equipos y sistemas de control para emisiones atmosféricas (gases, material particulado y ruido) por fuentes fijas y móviles.				
	• Relación de las actividades de mantenimiento, incluyendo insumos, residuos y tratamiento.				
	• Sistemas y fuentes de generación de energía.				
	• Desmantelamiento y restauración de las áreas intervenidas por la actividad constructiva.				
2.2.3	ABANDONO Y RESTAURACIÓN FINAL				
	El documento cuenta con la siguiente información:				
	• Descripción de las actividades de abandono y restauración de las áreas intervenidas por el proyecto, incluyendo los estimativos de mano de obra.				


CONSULTORÍA & MEDIO AMBIENTE LTDA 	LISTA DE CHEQUEO HTER-310	CODIGO: EJE-FO-23
		VERSIÓN No.: 0
		Página 186 de 190

Anexo A 2. LISTAS DE CHEQUEO PARA UN PMA PARA LA PERFORACION DE POZOS DE DESARROLLO


LISTA DE CHEQUEO HTER - 310					
PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS DE DESARROLLO					
Proyecto:			Fecha:		
1	DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS ACTIVIDADES DE PERFORACIÓN DE POZOS DE DESARROLLO	SI	NO	NA	OBSERVACIONES
Realizar la Descripción y el Alcance del proyecto de perforación de pozos de desarrollo o producción y de la conducción de fluidos.					
1.1	ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO				
	Estructura Organizacional				
	Sistema Gerencial de Gestión Ambiental				
	Flujograma y Cronograma de Actividades				
	Personal requerido incluida la mano de obra a contratar				
	Medio de transporte y rutas de movilización				
1.2	CONSTRUCCIONES Y ADECUACIONES				
1.2.1	VÍAS DE ACCESO				

CONSULTORÍA & MEDIO AMBIENTE LTDA 	LISTA DE CHEQUEO HTER-310	CODIGO: EJE-FO-23
		VERSIÓN No.: 0
		Página 187 de 190


1.2.1.1	Adecuación de Vías Existentes				
	Indicar a nivel de diseño las rectificaciones, realineamientos, obras de arte y demás adecuaciones requeridas que se realizarán. Se especificarán los movimientos de tierra y los sitios de botaderos, las necesidades de uso, aprovechamiento y afectación de recursos naturales.				
1.2.1.2	Construcción de Nuevos Accesos				
	El documento presenta el diseño de las vías y las siguientes indicaciones				
	Especificaciones Técnicas				
	Movimiento de Tierras				
	Requerimientos de uso, aprovechamiento y afectación de recursos naturales, incluyendo la ubicación respectiva.				
	Métodos constructivos e instalaciones de apoyo (campamentos, talleres, caminos de servicio, otros).				
	Obras de arte y estructuras necesarias				
	Localización de botaderos				
	Requerimiento de mano de obra				
	Plan de obra y cronograma de ejecución				
1.2.2	ADECUACIÓN DEL SITIO DE PERFORACIÓN				
	Métodos constructivos e instalaciones de apoyo				
	Movimientos de tierra				
	Requerimientos de uso, aprovechamiento y afectación de recursos naturales, incluyendo la ubicación respectiva.				
	Localización de botaderos				

CONSULTORÍA & MEDIO AMBIENTE LTDA 	LISTA DE CHEQUEO HTER-310	CODIGO: EJE-FO-23
		VERSIÓN No.: 0
		Página 188 de 190

	Drenajes y estructuras necesarias				
1.3	PERFORACIÓN				
	El documento describe en forma detallada los equipos, sistemas y procesos de perforación exploratoria				
1.3.1	INFRAESTRUCTURA BÁSICA Y EQUIPOS				
	Requerimientos de Maquinaria				
	Requerimientos de Equipos				
	Requerimientos de Materiales				
	Especificaciones de los Campamentos				
	La infraestructura y equipos deben ser ubicados en planos a escala 1:1000.				
1.3.2	PROCESOS				
	Tecnología de perforación, insumos y sustancias que se utilizarán.				
	Necesidades y afectación de recursos naturales, energía y materiales de construcción, con ubicación en planos de las fuentes de aprovechamiento y sitios afectables.				
	Procedimientos para la Perforación				
	Fuentes, tipos de residuos y actividades que generan residuos				
	Organización y Personal requerido				

CONSULTORÍA & MEDIO AMBIENTE LTDA 	LISTA DE CHEQUEO HTER-310	CODIGO: EJE-FO-23
		VERSIÓN No.: 0
		Página 189 de 190

	Manejo, sistemas de tratamiento y disposición de residuos				
	Ubicación de áreas de aislamiento de fuentes radiactivas				
1.3.2	PRUEBAS DE PRODUCCIÓN				
	Limpiezas de Pozos				
	Tipos de Residuos				
	Manejo de los Residuos				
	Destino de Fluidos				
	Infraestructura y Equipos				
1.4	LÍNEAS DE FLUJO				
	El documento presenta el diseño de las líneas en perfil y planta				
	Especificaciones técnicas del ducto: material seleccionado, diámetro, espesor de la tubería, longitud, presión soportante de la tubería y presión de trabajo y caudal de diseño.				
	Estaciones de bombeo y trampas de raspadores				
	Válvulas a instalar señalando función, tipo y diámetro				
	Ubicación de sitios de acopio de tubería, almacenamiento de materiales y talleres				
	Movimiento de Tierras				
	Requerimientos de uso, aprovechamiento y afectación de recursos naturales, incluyendo la ubicación respectiva				

CONSULTORÍA & MEDIO AMBIENTE LTDA 	LISTA DE CHEQUEO HTER-310	CODIGO: EJE-FO-23
		VERSIÓN No.: 0
		Página 190 de 190

	Métodos constructivos e instalaciones de apoyo (campamentos, talleres, caminos de servicio, otros)				
	Obras geotécnicas y otras estructuras necesarias				
	Localización de Botaderos				
	Requerimientos de mano de obra				
	Plan de mantenimiento y reposición de tuberías				
	Plan de obras y cronogramas de ejecución				
	Pruebas hidrostáticas: Ubicación, fuentes, volúmenes de aguas requeridos, sustancias utilizadas, diseño de los sistemas de tratamiento y disposición de aguas residuales				
1.5	DESMANTELAMIENTO Y RECUPERACIÓN				
	Manejo y disposición de lodos y cortes de perforación				
	Procedimientos, materiales y sustancias requeridos para la clausura de las piscinas				
	Criterios y procedimientos de abandono, manejo y/o recuperación				