

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA
DEPARTAMENTO DE MINAS**



**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO- ECONÓMICO Y
AMBIENTAL DE “ARENA LAVADA”, EN UN TRAMO DEL RÍO
ORINOCO (CAÑO ISLA GRANDE), SECTOR LA MARIQUITA
II, MUNICIPIO HERES, ESTADO BOLÍVAR.**

**TRABAJO FINAL DE
GRADO PRESENTADO
POR POR LOS BRS.
AGELVIZ. O., JOSÉ M., Y
PÉREZ S., FRANCISCO J,
PARA PARA OPTAR AL
TÍTULO DE INGERIERO
DE MINAS.**

CIUDAD BOLÍVAR, OCTUBRE DE 2013.

ACTA DE APROBACIÓN

Este trabajo de grado, intitulado **“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO- ECONÓMICO Y AMBIENTAL DE “ARENA LAVADA”, EN UN TRAMO DEL RÍO ORINOCO (CAÑO ISLA GRANDE), SECTOR LA MARIQUITA II, MUNICIPIO HERES, ESTADO BOLÍVAR.”** presentado por el bachiller **AGELVIZ. O., JOSÉ M., Y PÉREZ S., FRANCISCO J,** ha sido aprobado de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombres:

Firmas:

Jesús Fernández
(Asesor)

(Jurado)

(Jurado)

Profesor Francisco Monteverde.
Jefe de la Escuela de Ciencias de la Tierra.

Ciudad Bolívar ____ de ____ 2013.

DEDICATORIA

A Dios por mantener mis esperanzas, fuerzas y constancia, de no perder el camino jamás, ni olvidar mi propósito de seguir adelante pese las circunstancias, y adversidades de la vida. “Todo te lo debo a ti”.

A mis padres, Carlos Agelviz y Melba Oronoz, han estado siempre presente con su amor, cariño, comprensión y apoyo incondicional y alentándome en los buenos y malos momentos.

A mis hermanos, Jorge, Aura, Jesús, Alicia, Carlos y María, por su gran apoyo colaboración y siempre estar presente en los momentos buenos y amargos de mi vida muchas gracias.

A todos mis primos y tíos, que esto sirva de ejemplo para su futuro como estudiantes que con constancia, dedicación, perseverancia y fe, podrán lograr todas sus metas

A todos mis amigos, gracias por recorrer éste camino conmigo por brindarme tantos buenos momentos, por siempre darme la mano cada vez que los necesitaba.

José M. Agelviz O.

DEDICATORIA

Ante todo a Dios Todo Poderoso por darme vida, salud y haber permitido escribir estas líneas.

A mi madre querida Maya Ydamia Silva por haber puesto toda su confianza y fé en mí.

A mis hermanas, por apoyarme en todo momento, para ver hoy una de mis metas hecha realidad.

A Julieta Torrealba, que es mi segunda madre me guio y me apoyo mucho en los momentos que más la necesitaba

A mi familia para que sirva de ejemplo, que uno es lo que quiere y no los que otros digan.

A mis compañeros de estudios que durante años compartieron los buenos y los malos momentos conmigo.

Francisco J. Pérez S.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a la Universidad de Oriente por abrirme las puertas y otórgame la oportunidad de ser un profesional y darme el privilegio de estudiar en la Casa más alta.

Al profesor Jesús A. Fernández por su enorme paciencia, por su tiempo brindado, y por siempre ofrecer su ayuda incondicional.

A Maryangellys Gómez, por darme su apoyo.

A mi tutor académico Profesor Jesús Fernández, por todas las asesorías y orientación.

José M. Agelviz O.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme toda la fuerza, valor y voluntad de seguir siempre adelante.

A mis lindas madres Maya Ydamia Silva y Julieta Torrealba, por su apoyo incondicional, sacrificio, paciencia y fé.

A nuestra Casa de Estudio, la Universidad de Oriente, por brindarme la oportunidad y el honor de formarme, y por todos los conocimientos transmitidos durante esta etapa de mi formación profesional.

A mi compañera Maryangellys por su amistad, apoyo y colaboración en el desarrollo de éste trabajo de grado para así cumplir nuestra meta.

A mi tutor académico Profesor Jesús Fernández, por todas las asesorías y orientación durante la realización de mi trabajo de grado.

Francisco J. Pérez S.

RESUMEN

La zona de estudio se encuentra al Norte del estado Bolívar, municipio Heres, sector La Mariquita II, en el fundo Los Teteritos, Km 28 de la autopista Puerto Ordaz-Ciudad Bolívar el cual ocupa una extensión de 120,00 Ha., y tiene como objeto realizar el estudio de factibilidad técnica-económica y ambiental para la extracción de arena lavada en un tramo del Río Orinoco; por el cual se utilizó una metodología de tipo descriptiva y de campo, que enmarca en su totalidad el desarrollo minero. Las diferentes actividades que engloban la metodología, comprenden: Compilación de información, descripción del medio físico – natural del área de estudio, determinación de las reservas y vida de la mina, selección del método de explotación, selección del equipo de arranque, carga y acarreo, evaluación económica, evaluación ambiental y finalmente el análisis e interpretación de datos. La densidad de la arena del sector es de 1,8 TN/m³. Los bancos de arena alcanzan los 7,509 metro de espesor y se cuenta un volumen potencialmente aprovechable de 9.982.431,89 m³. Se estimaron reservas probadas de 17.968.377,4 de toneladas para una vida útil de 13 años. Anualmente se producirá un aproximado de 465.840 m³ de arena lavada. Los equipos principales y auxiliares que se van a utilizar son; una draga de cortador tipo IHC Beaver® 40 de aproximadamente de 447 KW y un barco de trabajo de una sola hélice, tipo Delta DCM 1050 Desde el punto de vista económico-financiero, se obtuvieron resultados Tasa Interna de Retorno (TIR) se ubica en 94%, Tasa Mínima Atractiva de Retorno (TMAR) que es de 30 % y el Valor Presente Neto (VPN) es de 105.114.306,03 Bs. El nivel de afectación ambiental de mayor grado se presentará en el paisaje y en el agua por la contaminación y la generación de ciertos desechos que afectarán la calidad de la misma.

CONTENIDO

Página.

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS	v
RESUMEN.....	vii
CONTENIDO	viii
LISTA DE FIGURAS	xiv
LISTA DE TABLAS	xv
LISTA DE ANEXOS	xvi
INTRODUCCIÓN	1
 CAPITULO I: SITUACIÓN A INVESTIGAR.....	 3
1.1 Situación a investigar	3
1.2 Objetivos de la investigación:	4
1.2.1 Objetivo general.....	4
1.2.2 Objetivos específicos	4
1.3 Justificación de la investigación	4
1.4 Alcance de la investigación	5
 CAPÍTULO II: GENERALIDADES	 9
2.1 Ubicación geográfica de la zona de estudio	9
2.2 Acceso al área de estudio	10
2.3 Características físicos-naturales del área de estudio	11
2.3.1 Río Orinoco	11
2.3.2 Hidrografía del río Orinoco	12
2.4 Clima	12
2.4.1 La temperatura media	12
2.4.2 Humedad del aire.....	13
2.4.3 Vientos.....	13
2.4.4 Insolación.....	13
2.4.5 Radiación Solar.....	13
2.4.6 Precipitación	14
2.4.7 Evaporación	14
2.5 Vegetación.....	14
2.6 Suelo.....	16
2.7 Drenaje	17
2.8 Geomorfología.....	17

2.9 Geología regional	18
2.9.1 Provincia Geológica de Imataca	19
2.9.2 Edad de la Provincia Geológica de Imataca	22
2.9.3 Fajas Tectónicas de la Provincia de Imataca	22
2.9.3.1 Faja de Ciudad Bolívar	24
2.9.3.2 Faja La Encrucijada	24
2.9.3.3 Faja de Santa Rosa	25
2.9.3.4 Faja La Naranjita	25
2.9.3.5 Faja de Cerro La Ceiba	25
2.9.3.6 Faja de Laja Negra	26
2.9.3.7 Faja de Cerro Bolívar	26
2.9.4 Rasgos estructurales de la Provincia Geológica de Imataca	27
2.9.5 Formación Mesa	28
2.10 Geología Local	30
2.11 Características fisicoquímica de las arenas del sector Caño Isla Grande	32
2.11.1 Opiniones e Interpretaciones de los resultados de los análisis de laboratorio	33

CAPITULO III: MARCO TEORICO 32

3.1 La arena	32
3.2 Análisis de los sedimentos	35
3.2.1 Cuarteo de muestra	35
3.2.2 Análisis granulométrico de muestra	35
3.2.3 Examen visual de muestra	36
3.3 Peso específico aparente y absorción del agregado fino	36
3.4 Peso específico	37
3.5 Porosidad	37
3.6 Resistencia a la flexión	37
3.7 Resistencia al desgaste por abracion	37
3.8 Cambios de volumen de la arena al variar el contenido de humedad	39
3.9 Cálculo de reservas	39
3.10 Proceso del dragado	39
3.10.1 Definición de dragado	39
3.10.2 Equipos de dragado	40
3.10.2.1 Dragas mecánicas	40
3.10.2.2 Dragas hidráulicas	41
3.10.2.3 Dragas Especiales	42
3.10.3 Elección del equipo de dragado	42
3.10.4 Ciclo de dragado	43
3.11 Capital de inversión	44
3.12 Consideraciones respecto a la selección de la maquinaria	44
3.13 Consideraciones respecto a la selección del personal	45

3.14 Costos fijos	46
3.15 Costo de mantenimiento	46
3.16 Costos de mercadeo	46
3.17 Costo de operación	46
3.18 Costo por seguros	47
3.19 Costos variables.....	47
3.20 Evaluación ambiental	47
3.21 Evaluación económica.....	47
3.21.1 Ingresos estimados.....	47
3.21.2 Depreciación	48
3.21.3 Anualidad.....	48
3.21.4 Valor presente neto	49
3.21.5 Tasa interna de retorno o tasa interna de rentabilidad (TIR)	49
3.22 Evaluación de impacto ambiental.....	50
3.23 Minería	50
3.24 Explotación.....	50
3.25 Métodos de explotación.....	50
CAPÍTULO IV	45
METODOLOGÍA	45
4.1 Nivel de la investigación	45
4.2 Diseño de la investigación.....	45
4.3 Flujograma.....	45
4.3.1 Compilación de información	46
4.3.2 Descripción del medio físico – natural del área de estudio	47
4.3.3 Determinación de las reservas y vida de la mina.....	47
4.3.4 Selección del método de explotación	49
4.3.5 Selección del equipo	49
4.3.6 Evaluación económica	49
4.3.7 Evaluación ambiental.....	49
CAPITULO V.....	50
ANÁLISIS DE RESULTADOS	50
5.1 Determinación de las reservas	50
5.2 Producción.....	52
5.2.1 Producción de la bomba.....	52
5.2.2 Método de operación	53
5.3 Estimación la vida útil de la mina	54
5.4 Selección los equipos y maquinarias necesarios para la extracción de arena lavada.....	54
5.4.1 Equipo de dragado	55
5.4.1.1 Características Principales del equipo de dragado.....	55
5.4.1.2 Otras características del equipo de dragado.....	56
5.4.1.3 Personal requerido para la draga.....	56
5.4.2 Equipos Auxiliares.....	56

5.4.2.1 Barco de trabajo DMC	56
5.4.2.2 Bomba reforzadora IHC TT-35	58
5.4.3 Sistema de descarga	59
5.4.4 Transporte del personal	60
5.4.5 Carga y acarreo	60
5.5 Diseño un plan de explotación para la extracción del mineral al mínimo tiempo y al menor costo posible	61
5.5.1 Ubicación de la zona de dragado	61
5.5.2 Inicio y Estimación del trabajo	62
5.5.2.1 Días laborables para la mina	62
5.5.2.2 Inicio y duración de la jornada de trabajo	62
5.5.3 Característica material a ser dragado	65
5.5.4 Patio de almacenamiento	65
5.5.4.1 Preparación del patio	66
5.5.5 Permisología	67
5.5.6 Aspectos logísticos	67
CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	70
6.1 Inversión inicial	70
6.1.1 Costos de inversión en equipos	70
6.1.1.1 Equipo de dragado	71
6.1.1.2 Equipos auxiliares	71
6.1.2 Costos de inversión en infraestructura	71
6.1.3 Costos totales de inversión	72
6.2 Estimación de ingresos	72
6.3 Cálculo de los costos	73
6.3.1 Costos de mano de obra	73
6.3.2 Combustibles, lubricantes y materiales	74
6.3.3 Depreciación	75
6.4 Cálculo de los egresos	76
6.4.1 Costos variables	76
6.4.2 Amortización del capital	77
6.4.3 Costos Fijos	77
6.5 Análisis económico	78
6.4 Análisis de sensibilidad	79
CAPÍTULO VII: EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	80
7.1 Evaluación de impactos	80
7.2 Identificación de impactos ambientales	82
7.2.1 Impactos negativos	82
7.2.2 Impactos positivos	84

7.2.3 Evaluación de los impactos identificados	84
7.3 Medidas preventivas, mitigantes y de control	89
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	93
Conclusiones	93
Recomendaciones	94
REFERENCIAS	95
ANEXOS	96

LISTA DE FIGURAS

	Página.
2.1 Imagen satelital del área de estudio. (Google Earth 2004).	10
2.2 Vista panorámica de la entrada al fundo.	10
2.3 Ubicación relativa del sector La Mariquita Municipio Heres	11
2.4 Bosque de galería con vegetación densa.	15
2.5 Árboles de Alcornoque y vegetación baja de gramíneas.	15
2.6 Provincia Geológica de Imataca. (Mendoza, V. 2000).	19
2.7 Colisión entre las Fajas Tectónicas (Ascanio, (1975)).	23
2.8 Fajas que conforman la Provincia Geológica de Imataca. (Ascanio, 1975).	24
2.9 Imagen satelital de Caño Isla Grande.....	32
2.10 Sección Transversal del Canal del Río Orinoco Sector La Mariquita II.....	34
2.11 Sección longitudinal del Caño Isla Grande en el sector La Mariquita II	34
3.1 Ciclo de dragado	43
4.1 Flujograma de actividades	46
4.2 Programa GLOBAL MAPPER V-12.....	48
4.3 Programa AUTOCAD 2011.....	48
5.1 Curvas de producción para una draga de cortador tipo IHC Beaver® 40	52
5.2 Método de explotación de la arena lavada	54
5.3 Equipo de dragado.....	55
5.4 Barco DCM 1050 para el dragado.	57
5.5 bomba Tipo IHC TT-35.	59
5.6 Características del cargador	61
5.6 Ensayo de arena La Mariquita.....	65
6.1 Valor Presente Neto en función de la variación de la tasa de rentabilidad	79

LISTA DE TABLAS

	Página.
2.1 Coordenadas UTM del área de estudio.	9
2.2 Coordenadas UTM del área de patio.	9
3.1 Principales usos de la arena.	33
5.1 Estimación de volumen del Área Solicitada	51
5.2 Tamaño del grano de acuerdo al tipo de arena.	53
5.3 Línea flotante	59
5.5 Línea Flotante.	60
5.5 Características camioneta de traslado personal.	60
5.6 Localización del área Solicitada.	¡Error! Marcador no definido.
5.7 Días no laborables	62
5.8 Desarrollo de labores en una jornada de trabajo	63
5.9 Localización del área de patio.	66
5.10 Elevaciones y espesores del patio	66
6.1 Proyección de la inflación venezolana.	70
6.2 Distribución de los costos de inversión en equipo de dragado.	71
6.3 Distribución de los costos de inversión en equipos auxiliares.	71
6.5 Costo total de inversión.	72
6.6 Ingresos por concepto de producción.	73
6.7 Distribución de los costos de mano de obra directa.	74
6.13. Costos de la depreciación de los equipos e infraestructura.	75
6.14 Regalías, impuestos, seguros y fianzas.	76
6.15 Amortización de capital	77
6.16 Restauración ambiental	78
7.1 Escala de valoración de la extensión.	80
7.2 Escala de valoración de la duración.	81
7.3 Escala de valoración de la duración.	81
7.4 Clasificación de los criterios de valoración.	82
7.5 Criterios de evaluación ambiental para los efectos sobre el suelo.	84
7.6 Criterios de evaluación ambiental para emisión de partículas de polvo.	85
7.8 Criterios de evaluación ambiental para los efectos sobre la fauna.	86
7.9 Criterios de evaluación ambiental para los efectos del paisaje.	86
7.10 Criterios de evaluación ambiental para Efectos sobre el agua.	87
7.11 Criterios de evaluación ambiental para los efectos sobre el personal.	88
7.12 Criterios de evaluación ambiental del impacto sobre el medio socio-económico.	88
7.13 Resumen de valoración de impactos.	89

LISTA DE ANEXOS

1. PLANO GEOLOGICO.
2. PERFIL DE ÁREA REQUERIDA.
3. PERFIL DEL PATIO DE ALMACENAMIENTO.

INTRODUCCIÓN

El Instituto Autónomo Minas Bolívar (IAMIB), fundado el 30 de Mayo del 2002 como el Ente Rector de la minería no metálica descentralizada del estado Bolívar, está encargado de la exploración, explotación, organización, administración y aprovechamiento de todos los recursos minerales no metálicos ubicados en toda la geografía del estado Bolívar. De esta manera el IAMIB realiza el inventario y evalúa los recursos geológico-mineros, con la finalidad de incentivar la inversión tanto pública como privada para promover el desarrollo de la minería de manera organizada y sistemática, ya que de esta forma se minimiza el impacto ambiental ocasionado por la minería ilegal y desorganizada.

La significativa demanda de arena lavada en el estado Bolívar para los planes de viviendas, la ciudad del hierro y el proyecto ferroviario Ciudad Piar - Puerto Ordaz, constituyen la base para la explotación y comercialización de arena lavada a escala industrial. Igualmente, con base a las exigencias de demanda de arena a nivel nacional, se ha considerado en el proyecto, suministrar agregados a los Estados cercanos. Los beneficios sociales y económicos del proyecto, son también relevantes, por cuanto que el mismo, generara empleos directos e indirectos.

El presente trabajo de investigación fue estructurado de la siguiente manera: Capítulo I, situación a investigar, el objetivo general, objetivos específicos, justificación, alcance y limitaciones de la investigación. El Capítulo II, ubicación geográfica de la zona de estudio, el acceso al área, las condiciones físicas así como también las condiciones geológicas del área de estudio. El Capítulo III, recopila material bibliográfico que sustenta la investigación desarrollada, antecedentes de trabajos relacionados con el estudio realizado, además de un glosario de términos para facilitar la comprensión del contenido. El Capítulo IV, comprende la

metodología utilizada, es decir, el tipo y diseño de la investigación, población y muestra utilizada, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, análisis de la información, los pasos requeridos para la elaboración del proyecto. El Capítulo V, que contiene el análisis e interpretación de los resultados obtenidos mediante la aplicación de los instrumentos de recolección de datos. El Capítulo VI, contiene todo lo referente a la evaluación económica del desarrollo minero, así como también su factibilidad a la hora de la ejecución del proyecto. El Capítulo VII, el cual contiene evaluación de los posibles impactos ambientales que se podrían generar durante y después de la ejecución del proyecto, así como también sus respectivos indicadores.

Y finalmente se refleja las conclusiones obtenidas luego del análisis e interpretación de los resultados, así como las recomendaciones que se consideran podrían contribuir a solucionar o reducir la magnitud de la problemática encontrada.

CAPITULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Situación a investigar

En la actualidad existen diferentes proyectos que van orientados al incremento de la producción, de viviendas e infraestructura social, al incremento y fortalecimiento de las ventajas competitivas, tales proyectos contemplan grandes inversiones en construcción y dada la capacidad actual para suplir los insumos de construcción necesarios, muchos de estos proyectos están detenidos y otros ni siquiera se han iniciado a pesar de la importancia que revisten para la socio-economía del estado e incluso nacional, entre tales insumos se encuentra la arena lavada, esta se pueden clasificar como producto con demanda insatisfecha, ya que la oferta es muy inferior a los requerimientos de este agregado natural. De acuerdo a la necesidad de estos insumos para la construcción, los mismos se pueden clasificar como bienes sociales y nacionalmente necesarios, que son aquellos que la sociedad requiere para su desarrollo y crecimiento, aún cuando se transen en el mercado, como bienes privados, sujetos a compra y venta.

Esta investigación está basada en la necesidad de extender y aumentar los recursos de arena lavada mediante un estudio técnico- económico y ambiental factible que pueda de alguna manera produzca el beneficio de la misma; en un tramo del río Orinoco, sector La Mariquita II, Estado Bolívar para la expansión a futuro de la industria en el país.

1.2 Objetivos de la investigación:

1.2.1 Objetivo general

Realizar el estudio de factibilidad técnico- económico y ambiental de “Arena Lavada”, en un tramo del río Orinoco (Caño Isla Grande), sector La Mariquita II, Municipio Heres, Estado Bolívar.

1.2.2 Objetivos específicos

Describir el medio Físico – Natural del área de estudio.

Determinar la reserva y producción.

Determinar la vida útil de la mina.

Diseñar un plan de explotación para la extracción del mineral al mínimo tiempo y al menor costo posible.

Seleccionar los equipos y maquinarias necesarios para la extracción de arena lavada.

Determinar la factibilidad económica de la cantera mediante el VNP, TIR.

Identificar los posibles impactos ambientales generados por la actividad minera.

Caracterizar los impactos ambientales.

Proponer medidas, preventivas, mitigantes y correctivas para el estudio de arena lavada.

Elaborar un plan de supervisión ambiental.

1.3 Justificación de la investigación

La propuesta del estudio técnico económico y ambiental de arena lavada, tendrá un impacto positivo en el crecimiento económico, del municipio Heres y en particular a la población La Mariquita II, por su ubicación estratégica con el proyecto en

cuestión, ya que con el mismo, se obtendrá una alternativa que traerá consigo la generación de nuevos puestos de trabajos, tanto directos como indirectos respectivamente, beneficiando a muchas familias de las comunidades cercanas, mejorando de tal manera su calidad de vida, desde la perspectiva más general, y a su vez garantizará el suministro de arena lavada y la mejora de materia prima que cubra parte de la demanda en el sector de la construcción.

1.4 Alcance de la investigación

Este proyecto es una propuesta enmarcada en un estudio de factibilidad técnico-económico para el aprovechamiento de la arena de mina, ubicada en el Caño Isla Grande, sector La Mariquita II, municipio Heres, estado Bolívar.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

2.1 Ubicación geográfica de la zona de estudio

La zona de estudio se encuentra se al Norte del Estado Bolívar, en el sector “La Mariquita”, en el Km 28, desviándose hacia el margen derecho de la Autopista “Leopoldo Sucre Figarella” (sentido Puerto Ordaz-Ciudad Bolívar), Parroquia Pana-Pana, en Jurisdicción del Municipio Autónomo Heres del Estado Bolívar. El área solicitada cubre una extensión de terreno de 112,00 Ha y de 8 ha para el área de patio; ubicado en la Provincia Geológica de Imataca, cuya área está demarcada por los siguientes puntos topográficos. (Tabla 2.1 y Tabla 2.2).

Tabla 2.1 Coordenadas UTM del área de estudio.

PUNTO	COORDENADAS UTM	
	ESTE	NORTE
P1	464.400,000	906.400,000
P2	464.400,000	907.200,000
P3	463.000,000	907.200,000
P4	463.000,000	906.400,000

Tabla 2.2 Coordenadas UTM del área de patio.

PUNTO	COORDENADAS UTM	
	ESTE	NORTE
P1	464.248,203	906.287,776
P2	464.418,021	905.925,614
P3	464.236,939	905.840,705
P4	464.067,121	906.202,867

2.2 Acceso al área de estudio

El acceso al se realiza vía terrestre por la autopista Puerto Ordaz-Ciudad Bolívar Km 28, se encuentra un letrero indicando la entrada del sector la Mariquita desviándose la margen derecha de la autopista se tiene la entrada de un camino de tierra doblando en “U” en dirección N70°E se recorre unos 450m para después tomar un rumbo Norte y así avanzan unos 920m hasta llegar al sector “La Mariquita II”. (Figura 2.1, Figura 2.2, Figura 2.3)



Figura 2.1 Imagen satelital del área de estudio. (Google Earth 2004).



Figura 2.2 Vista panorámica de la entrada al fundo.

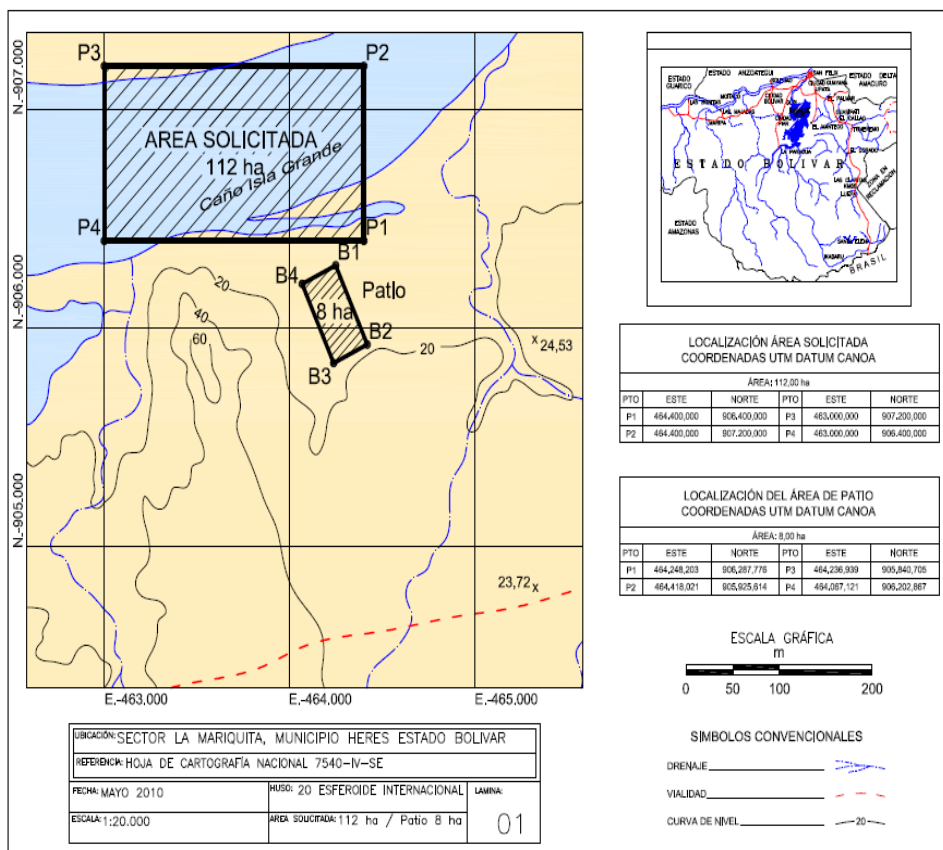


Figura 2.3 Ubicación relativa del sector La Mariquita Municipio Heres

2.3 Características físico-naturales del área de estudio

2.3.1 Río Orinoco

El río Orinoco posee una longitud aproximada de causa principal de 2063 kilómetros y una cuenca que abarca los estados Anzoátegui, Bolívar, Monagas, Amazonas, Apure, Delta Amacuro y Guárico.

El río presenta a lo largo de su cauce y especialmente en su desembocadura una serie de caños, brazos y quebradas que representan un sistema de aguas superficiales permanentes (Consultora Caura, 1994).

Desemboca en el Océano Atlántico a través del delta más grande de Sudamérica, el cual posee 30.000 Km², de islas y pantanos cubiertos de vegetación muy densa (Consultora Caura).

El río Orinoco presenta una capacidad enorme de variación, debido no sólo a los cambios estacionales sino también a efectos derivados de la interacción entre la topografía del fondo, las riberas y a la corrientes del río. La interacción de estos factores favorece o limitan las condiciones de mezclas, así como la resuspensión o hundimiento de los sedimentos (Monete, 1991).

2.3.2 Hidrografía del río Orinoco

Según la Consultora Ingeniería Caura S.A.; 1994 “el río Orinoco posee una longitud aproximada de cauce principal de 2063 km. La superficie de su cuenca es de aproximadamente 990.000 Km², desde su nacimiento hasta su delta.

2.4 Clima

2.4.1 La temperatura media

Varía entre los 26 y los 30 °C, esta variedad climática es representada por las temporadas de lluvia y sequía, presentando en altas y variadas formas, como la gran cantidad de lluvias por las altas temperaturas que causan una fuerte evaporación, arribando unos 1136 mm anuales. Estas altas cantidades, favorecen la presencia de

ríos de gran volumen como el Orinoco y otros ríos menores como, El Orocopiche, La Candelaria, La Marcela entre otros ríos.

2.4.2 Humedad del aire

Los valores de humedad tenemos las máximas medias ocurridas en los meses de junio, julio y agosto. Y las humedades mínimas medias se presentan en los meses Febrero, Marzo y Abril.

2.4.3 Vientos

La dirección predominante del viento durante el año es SE, con velocidad promedio de 107 km/h, representadas las velocidades máximas en el periodo Febrero-Marzo y las velocidades mínimas en el periodo Septiembre-Octubre.

2.4.4 Insolación

La media de insolación registrada para este periodo es de 79,4 horas. Los valores máximos ocurren durante dos periodos al año de Febrero a Marzo y de Septiembre a Octubre.

2.4.5 Radiación Solar

La radiación solar se caracteriza por la presencia de dos valores máximos de los meses de Marzo y Septiembre que coinciden por el paso de la tierra por los equinoccios. También se registran dos mínimos, los cuales tienden a producirse en los solsticios de Junio y Diciembre en el hemisferio Norte. Por su parte, el valor de la radiación media anual se determinó en 342,46 cal/cm²/ día.

2.4.6 Precipitación

El valor promedio anual de precipitación para el área de estudio es de 10.749 mm. La precipitación promedio del área responde a una distribución de los periodos de pluviosidad bi-modal, con un máximo en el mes de diciembre. El periodo seco va desde el mes de Enero hasta Abril.

2.4.7 Evaporación

La evaporación media anual se ha estimado en 1136 mm. El periodo de mayor evaporación está comprendido entre los meses de Enero a Mayo, con valores medios mensuales entre 119 y 199 mm., ocurriendo en el mes de marzo la máxima evaporación.

2.5 Vegetación

La vegetación está constituida por bosque de galería que corresponde a un crecimiento de árboles de un tamaño promedio de unos 12 metros denso a los márgenes cercanos de los ríos que comprende el sistema de drenaje de esta área. En la sabana abierta los arboles presentan una distribución menos densa debido al esparcimiento que presentan entre ellos. Los mismos están constituidos por Alcornoque de 2 metros promedio de altura y yacen sobre un suelo poco fértil que pertenecen a los sedimentos de La Formación Mesa, y debajo a estos arbustos se encuentra las Gramíneas y matas de Chaparro. (Figura 2.12.4, Figura 2.2.5)



Figura 2.4 Bosque de galería con vegetación densa.



Figura 2.5 Árboles de Alcornoque y vegetación baja de gramíneas.

2.6 Suelo

Los procesos que dieron origen a este suelo en particular es producto de la meteorización química, física y procesos exogenéticos como es el caso de la lixiviación así como también la descomposición químicas de estas rocas originales forman parte de las facies que representan estos suelos. Las rocas antiguas que se encuentran en toda el área de estudio son afloramientos de gneis migmatíticos de composición granítica y gabbro metamorfozados.

El suelo presenta una erosión acelerada debido a la desnudez de la superficie producto de los agentes climatológicos que los afectan. La zona presenta tres horizontes: el horizonte A cuya capa de unos 4 a 6 cm de espesor está constituido de material orgánico parcialmente descompuesto, el horizonte B tiene un espesor de 70 a 90 cm está constituida por sedimentos de color naranja mal consolidados y por último el horizonte C cuya capa tiene un espesor de uno 40 a 70 cm de y está conformada de un material conglomerático de unos 40 cm de espesor y una fina capa arcillosa de un espesor de 20 a 30 cm que permite la retención de las aguas freáticas es trípico en esta zona la confección de aljibes para el almacenamiento de agua, es común en la zona.

El suelo está enriquecido de aluminio, sodio, hierro y otras sales minerales que han sido producto de la lixiviación y largos periodos de meteorización de las rocas que afloran, conformando así suelos lateríticos y caoliniticos típicos de las zonas tropicales lluviosas de sabanas. Según la clasificación internacional de los suelos Taxonómicamente es un suelo Ultisoles ya que todas las características son las mismas para este orden en especial.

2.7 Drenaje

Los ríos que conforman el sistema de drenaje del territorio cubierto por la hoja de radar NC-20-14 son los ríos Cadelaria, Carapo, Orocopiche, Tocomá, Caroni y una serie de quebradas que presentan un flujo de agua irregular como también las lagunas Merecure, La Tigra y La Ramona todo este sistema pertenece a la red hidrográfica del río Orinoco. Las aguas de todos estos ríos en su gran mayoría presentan agua clara pocas turbias y abundante vida, además es ricas en sales y minerales como es el caso de aluminio, hierro, potasio y sodio estos son los más representativos. En la zona de estudio se presenta una serie de quebradas intermitente de poco agua todas cercanas al margen Sur de río Orinoco, los afloramientos presentan curso de agua intermitente ya que en sus bases se observan cárcavas producto de la creciente repentina del cauce de estas quebradas en la estación lluviosa.

2.8 Geomorfología

Los relieves que prevalecen en la zona son de lomas, planicies, cárcavas y depósitos sedimentarios de tipo aluviones y coluviones, más hacia el Norte en el río Orinoco se encuentra isla grande que pertenece a una barra de arena de gran tamaño formada por el serpentear del río Orinoco.

Los relieves de lomas representan los afloramientos de gneis migmatítico de composición granítica que han quedado expuestos a largo del tiempo geológico, los procesos de erosión transporte y meteorización permitieron la remoción de los sedimentos que se encontraban sobre dichas rocas permitiendo así ser expuestas. Las lomas no presentan una altura mayor a 15 metros son unidades muy fracturadas, las rocas presentan una capa de color ocre producto de la acción del intemperismo.

Las planicies están formadas por las depresiones en el terreno correspondiente a la forma de la cuenca ya que gran parte de los relieves positivos se debe al plegamiento que sufrieron las rocas ígneas-metamórficas en eras geológicas antigua. Hoy en día los afloramientos forman la cresta de estos plegamientos y las zonas más baja de planicies representan el núcleo de dichos plegamientos

Las cárcavas son rasgos geomorfológicos de interés ya que su origen y los procesos que activan su crecimiento está asociado a los factores climatológico y las condiciones del suelo en la zona de estudio se presenta tres grandes cárcavas cuyo origen se atribuye al crecimiento de quebradas intermitentes en época de lluvia que remueven con gran energía gran cantidad de estos sedimentos, permitiendo así su crecimiento vertical, horizontal y longitudinalmente de estas.

En esta área los aluviones son muy comunes debido a los ríos que abundan, el material detrítico es transportado por corrientes fluviales hasta llegar a zonas donde la energía de estos disminuye y permite su deposición formándose en los márgenes de los principales ríos, los coluviones se encuentran cerca de su lugar de origen y son producto de la meteorización de los afloramientos rocosos, los depósitos se forman casi in-situ.

La isla de barrera que se presenta en la cercanías del área de estudio, es producto del serpentear del río Orinoco ya que la corriente encuentra obstáculo y empieza a curvarse en formas de meandros, estos rasgos geomorfológicos son típicos de un río en su etapa de senectud.

2.9 Geología regional

El escudo de Guayana forma parte del Precámbrico del Cratón Amazónico, del Oeste de África, continúa en las Guayanas y parte NW de Colombia con unidades

lito-estratigráficas, metamorfismo y depósitos minerales similares. Se extiende al Sur del Río Orinoco y ocupa algo más del 50% de la superficie de Venezuela. En el Escudo Guayanés han sido identificadas cuatro Provincias Geológicas (Según Sidder y Mendoza, 1.995 en Mendoza, 2.000): Imataca, Pastora, Cuchivero y Roraima. (Figura).

2.9.1 Provincia Geológica de Imataca

La Provincia de Geología Imataca se extiende en dirección SO-NE desde las proximidades del río Caura hasta el Delta del Orinoco y, en dirección NO-SE aflora desde el curso del río Orinoco hasta la Falla de Guri por unos 550 km y 80 km respectivamente. Mendoza, no hay razones para que Imataca no se extienda al Norte del río Orinoco ni al Oeste del río Caura y, por supuesto, en tiempos pre-disrupción, de la Pangea a África Occidental. (Figura 2.6).

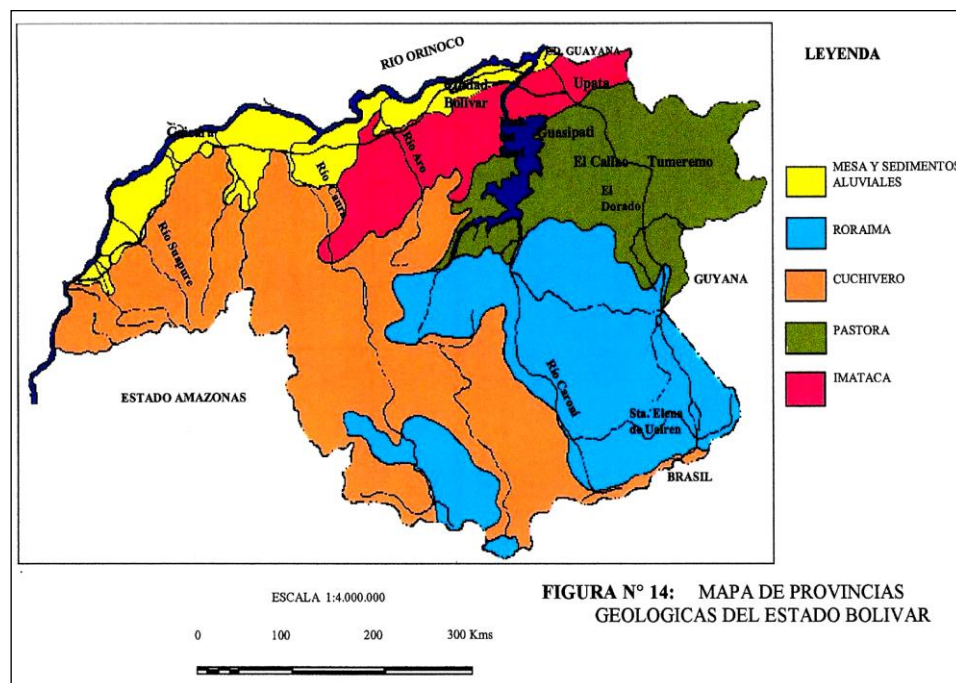


Figura 2.6 Provincia Geológica de Imataca. (Mendoza, V. 2000).

El tipo de litología principal del Complejo de Imataca es un paragneises cuarzo – feldespático blanco, gris o rosáceo, con tamaño de grano, textura y detalles mineralógicos variables. En muchos en donde contiene adiciones de migmatitas, la roca de grano medio y textura granítica, pero corrientemente tiene un contenido relativamente bajo de biotita.

Debido a los procesos de meteorización, las rocas de este Complejo han originado varios tipos de suelos; los suelos arcillosos – arenosos sobre el substrato anfibolítico; los arenosos blancos a rosados sobre granitos y gneises leucocráticos, y aquellos arenosos en las partes donde se depositaron las sales únicas y ferríferas mezcladas; arcillas residuales en las zonas de saturación permanentes y suelos azules a rojos, según el promedio de sales de hierro o materia orgánica respectivamente.

El término “Serie de Imataca” fue aplicado originalmente por Newhouse y Zuloaga (1.929) a las unidades ferruginosas de grano medio, de color gris acerado con estratificación bien marcadas contenidas en estas rocas; posteriormente Zuloaga (1.929) las llamaron “Formación Imataca” y asomaron la posibilidad de que esta Formación estuviese por encima del Complejo arcaico estimando que una intrusión granítica hizo desaparecer el contacto. Ascanio, (1.975), mediante observaciones realizadas en el Cerro Santa Bárbara, indicaron que las Cuarcitas Ferruginosas estaban intercaladas con los Gneises. Dougan, T. W., (1972), llegaron a la conclusión de que las cuarcitas y gneises estaban interestratificados, ya que una aflora muy cerca del otro, con rumbos y buzamientos paralelos. Bucher (1.952), considera que las cuarcitas ferruginosas como un simple miembro del Complejo Metamórfico que se extiende desde el Pao hasta el Orinoco.

Bellizzia y Martín Bellizzia (1.956), en Mendoza (2000), corroboraron la observación de la interestratificación del gnéis y la cuarcita en cortes de labores

minerales del Pao y en las vueltas de Santa María de la carretera de Upata – Guasipati. En 1.956 redefinieron la “Serie Imataca” para abarcar toda la secuencia de las rocas metamórficas de alto grado que incluyen a las cuarcitas ferruginosas.

Short y Steenken, (1.962), en Mendoza (2000), abarcaron gran parte de la Provincia de Imataca, en sus estudios de reconocimiento regional de la parte Norte del Escudo de Guayana llamaron al grupo Imataca como un conjunto de gneises microclínicos – biotíticos grises y rosados con numerosas capas delgadas de cuarcitas ferruginosas, descritos por Bellizzia y Martín Bellizzia en 1.956.

Más tarde, el término “Serie de Imataca” se volvió a introducir Kallioskoski (1.965) y se aplicó al “Complejo de rocas sedimentarias metamorfozadas que varían desde cuarcitas ferruginosas y esquisto hematítico a gnéis feldespático y esquistos”. Kallioskoski abarca dentro de su reconocimiento geológico la parte Norte – Central del Escudo de Guayana y define el Complejo de Imataca en la región estudiada como la porción más baja en la secuencia de rocas que comprende gneises cuarzo feldespático, gneises anfibolíticos y piroxenosanfibolíticos, cuarcitas ferruginosas y migmatitas.

Chase, (1.965), citado en Mendoza (2000), resumió toda la nomenclatura estratigráfica que le procedió bajo el nombre de Complejo de Imataca, término que todavía está vigente. Dicho autor dice “La Complejidad de la estructura hace imposible que se logre la determinación de una sucesión inequívoca de formaciones dentro del conjunto”. En su estudio geológico regional de la Anfibolita de Panamo y define el Complejo de Imataca como una secuencia estatificada de granulitas, gneises, formaciones de hierro y granitos, con una anchura de por lo menos 4 Kms.

Ratmiroff, (1.965) citado en Mendoza (2000), define el Complejo de Imataca en el cuadrilátero de Upata como litológicamente, compuesto principalmente de gneises félsicos Inter. – estratificados con rocas máficas y formaciones de hierro.

Morrison, R. P., (1.953) en Mendoza (2.000), estudio la región Oeste del río Caroní y llamo al Complejo Imataca “Grupo Imataca” definiéndolo como una faja estructuralmente compleja de dirección E-NE, de rocas metamórficas de alto grado, que incluye zonas migmatíticas, plutonescatazonales y cuerpos granulíticosmáficos.

Los tipos de rocas menos frecuentes son gneises cuarzo feldespático gruesos, cristalinos, macizos y bandeados, y en menor escala, esquistos ácidos, anfibolitas y formaciones de hierro intercalados, que forman no más del 10% del grupo.

2.9.2 Edad de la Provincia Geológica de Imataca

Datos actualizados de Tepedino, V., (1985-a, 1985-b), para granulitas granatíferas bandeadas (Pb/Pb) dieron: 3.229 ± 29 Ma y para migmatita de La Ceiba (Pb/Pb), se obtuvieron edades de 2.787 ± 22 Ma. La edad (Sm/Nd) más antigua en un gneis charnockítico es de 3.41 Ga, y la más joven en rocas graníticas del Complejo de Imataca es de 2.6 Ga. Algunos gneises en Guri, solo arrojaron edades de 2.022 ± 166 Ma, edad de reactivación Transamazónica. Para Tepedino el Complejo de Imataca es un bloque alóctono que se yuxtapuso o montó sobre el bloque Maroní-Itacaiunas (Pastora) durante el Paleoproterozoico Tardío.

2.9.3 Fajas Tectónicas de la Provincia de Imataca

La Provincia Geológica de Imataca registra seis o más dominios tectónicos, separados entre sí por grandes fallas tipo corrimientos. Internamente el plegamiento es isoclinal con replegamiento más abierto. En la parte Norte, los pliegues tienen rumbo NW mientras que en la parte Sur la tendencia dominante de los pliegues es N 60-70 E que es la que predomina regionalmente, es decir aproximadamente paralelas a la Falla de Guri.

Ascanio, (1.975) postuló que parte, al menos, del Complejo de Imataca está formado por varias fajas tectónicas que representan microcontinentes que por deriva

chocaron unos con otros con obducción, quedando separados entre sí por grandes corrimientos (Figura . Ascanio denominó a estas Fajas como: Faja de la Encrucijada, Faja de Ciudad Bolívar, Faja de Santa Rosa, Faja la Naranjita, Faja de Cerro La Ceiba, Faja de La Laja Negra y la Faja de Cerro Bolívar, (Figura 2.8). La faja donde se encuentran los afloramientos del presente estudio, es la de Ciudad Bolívar.

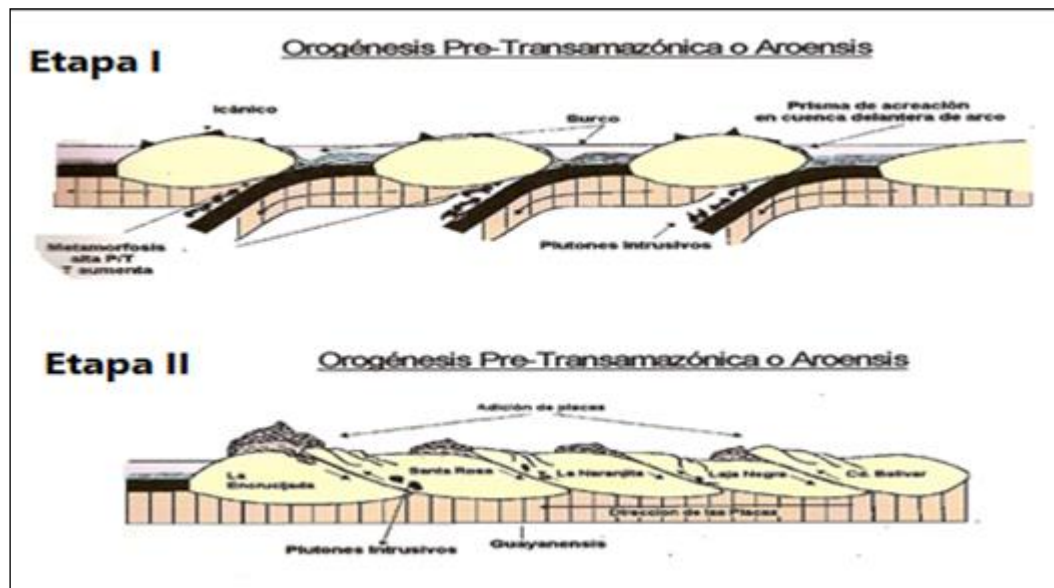


Figura 2.7 Colisión entre las Fajas Tectónicas (Ascanio, (1975)).

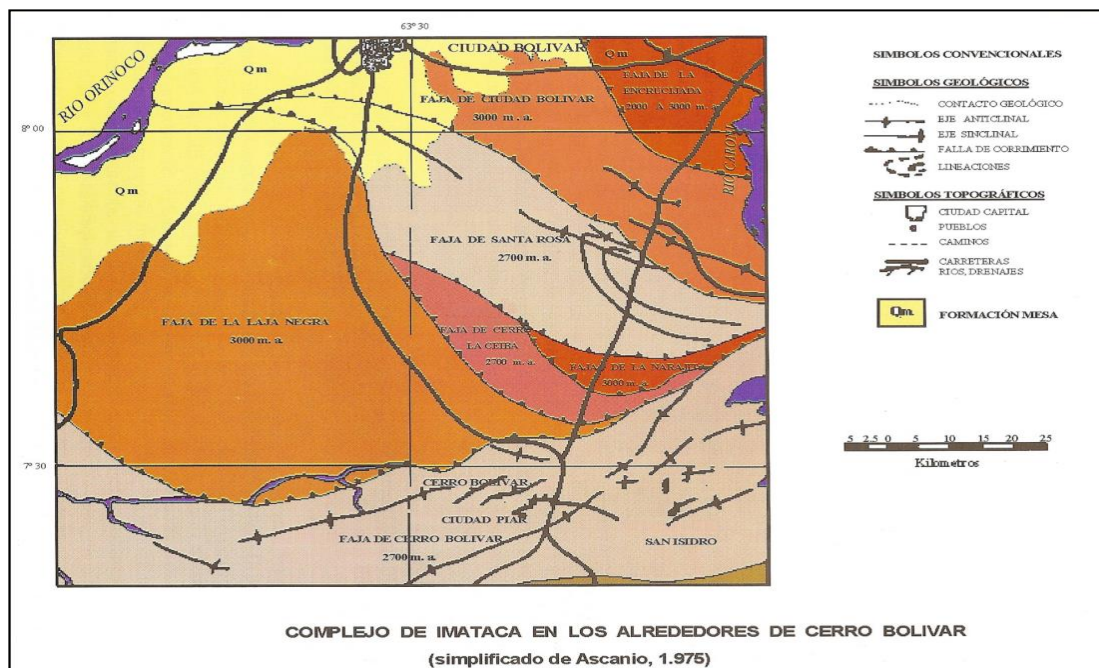


Figura 2.8 Fajas que conforman la Provincia Geológica de Imataca. (Ascanio, 1975).

2.9.3.1 Faja de Ciudad Bolívar

Constituida por gneises cuarzo – feldespáticos de grano grueso, generalmente granatíferos, intercalados con esquistos y anfibolitas. Contiene formaciones de hierro de grano medio, entre las cuales el de mayor importancia es el Cerro María Luisa. Esta Faja reposa sobre corrida sobre la Faja de La Encrucijada, presentando un contacto definido por una intercalación de gneises y anfibolitas de grano fino que descansan sobre rocas cuarzo – feldespáticas de grano grueso de la Faja de La Encrucijada.

2.9.3.2 Faja La Encrucijada

Constituida principalmente por gneises piroxénicos y monzogranitos de colores verdes, grises y rosados, con texturas de grano medio a grueso, se presentan

bandeados, a veces granulares y en ocasiones porfídicos y dentro de los cuales se han emplazado sienitas cuarcíferas y los granitos de La Encrucijada.

2.9.3.3 Faja de Santa Rosa

Esta faja reposa sobre la Faja de Ciudad Bolívar y debajo de las fajas de La Naranjita, La Ceiba y Laja Negra. La Faja de Santa Rosa se encuentra representada litológicamente por gneises cuarzo – feldespáticos – biotíticos, bandeados e intercalados con anfibolitas y capas delgadas de formación de hierro y cuarcitas blancas. El rumbo general de la faja es N 60° W.

2.9.3.4 Faja La Naranjita

Esta faja constituye un codo estructural del Complejo de Imataca. Al Este del sitio denominado La Naranjita, las estructuras se presentan con una dirección Noreste, mientras que al Oeste toman un rumbo preferencial noroeste. La faja está representada por una litología básicamente en afloramientos de gneises de grano grueso, en ocasiones bien bandeados, intercalados con anfibolitas y con lentes delgados de formación de hierro. Un detalle geológico muy característico de esta faja, es la presencia de estructuras de doble declive.

2.9.3.5 Faja de Cerro La Ceiba

Aflora desde 18 Kms al Oeste del Cerro La Ceiba hasta el río Tocomá, al pie del Cerro Toribio. La faja presenta una forma lenticular con una anchura que no va más allá de los 10 Km y, está conformada litológicamente por gneises cuarzo – monzoníticos de color rosado, con textura de grano grueso, contorsionados, con desarrollo de pegmatitas paralelas al bandeamiento.

El conjunto litológico es bastante uniforme que, al sufrir los efectos de los agentes de intemperismo, se erosionan produciendo formas topográficas dómicas, redondeadas y desnudas. Las estructuras presentan un rumbo general de N 45° W y controlan el drenaje.

2.9.3.6 Faja de Laja Negra

Esta faja se presenta cruzada por la carretera Ciudad Piar – Ciudad Bolívar, desde el puente sobre el río Yaunó hasta el puente sobre el río Orocopiche. Litológicamente está constituida básicamente por gneises cuarzo – feldespáticos – bióticos, contorsionados, de grano grueso, con vetas delgadas de pegmatitas que en ocasiones cortan la foliación; sin embargo, en la mayoría de los casos es paralela a esta. Debido a la fuerte contorsión de las estructuras, se hace bastante difícil definir el rumbo de las estructuras. El drenaje en Laja Negra mantiene un rumbo dominante N 45° W.

2.9.3.7 Faja de Cerro Bolívar

Esta faja se encuentra aflorante desde la falla de Gurí – Río Carapo. Su composición litológica la definen gneises cuarzo – feldespáticos de colores grises y rosados, formaciones de hierro de poco espesor, las cuales afloran en los núcleos de los anticlinales. Las formaciones de hierro de grano fino, las cuales se encuentran alojadas en la parte superior de los sinclinales, llegan a alcanzar hasta los 200 metros de espesor. Estas formaciones son de vital importancia desde el punto de vista geológico – minero y económico, ya que a partir de ellas, por procesos de laterización, tuvieron origen los yacimientos ferríferos de los Cerros Arimagua, San Isidro, Altamira, Cerro Bolívar, El Trueno y otros intermedios. Las estructuras de esta faja presentan un rumbo preferencial N 60° E.

2.9.4 Rasgos estructurales de la Provincia Geológica de Imataca

La Falla de Guri, que es el rasgo megatectónico más relevante del Escudo de Guayana, separa las Provincias de Imataca, al Norte de Guri, de Pastora, al Sur. Esta es una falla muy antigua. A continuación la evolución de la Falla de Guri.

- a) >2.400 M.a. Rift continental de Guri: Comienzan a separarse Imataca y Kanukú y entre ellos se va formando y desarrollando un océano donde se originaron los CRV de Pastora y Barama-Ma.
- b) 2.150-1.960 M.a. Orogénesis Transamazónica: Cierre del océano Pastora. Choque de placas de Pastora versus Imataca. Guri actúa como una zona de sutura. Se produce la granulitización de las rocas de Imataca y metamorfismo FEV a Anfibolita en los CRV más antiguos de Pastora.
- c) 1.900-1.700 M.a Orogénesis post- Transamazónica: Choque de tres o más placas continentales (Imataca, Pastora, Cuchivero). La zona del triple choque de placas origina el Frente Tectónico Caura y fracturas paralelas (Caroní, Cuhivero, Parguaza, Cabruta, etc.) que desplazan a la Falla de Guri, siendo la parte Sur, en Amazonas, de roca tipo Cuchivero, metamorfizada al nivel de la FEV.
- d) 1.200±200M.a. Orogénesis Nickeriana: Choque del megabloque Imataca-Pastora-Cuchivero-Parguaza-Roraima con el megabloque :Itacaiuna-Rio Negro-Jurena (Brasil), Miti-Garzón (Colombia). Se produce la intensa removilización, cizalla y cataclasis (seudotaquilitas) de la Falla de Guri, metamorfismo retrógrado bajo FEV y algunas intrusiones de aplitas y pegmatitas.
- e) 800-300 M.a. Cruce de fallas Cabruta-Guri. Se emplazan Carbonatitas: En el cruce de fallas Cabruta y prolongación de Guri se emplazaron carbonatitas y

cerca de la intersección en la falla de Cabruta se emplazan kimberlitasdiamantíferas intrusivas en la Provincia de Cuchivero en 711 Ma y lámpirofiro de 750 Ma.

- f) 210-190 M.a. Apertura Océano Atlántico: Guri se comporta como una falla de transformación en la parte oceánica y como falla inversa de ángulo alto (Imataca sobre Pastora) en la parte continental. A lo largo de esta gran falla se emplazaron diabasas, rocas gabroides y posiblemente rocas ultramáficas del manto superior.
- g) <100 M.a. Levantamiento, erosión, quietud tectónica: Guri se ha comportado desde entonces como una falla pasiva, inactiva.

2.9.5 Formación Mesa

El nombre de Formación Mesa es introducido por Hedberg y Pyre, (1944), para designar la formación que entre las extensas mesas fisiográficamente características en la parte Oriental de la Cuenca de Venezuela Oriental. Aunque, no hay sección tipo específico, se pueden encontrar secciones representativas en los acantilados de cualquiera de las mesas de cima plana de la región.

Geográficamente se extiende sobre los Llanos Orientales de los Estados Guarico, Anzoátegui, Monagas y la parte septentrional del Estado Bolívar, donde forma un borde irregular sobre las rocas del Complejo de Imataca. La Formación Mesa se encuentra acunándose en el Escudo de Guayana, en una faja angosta, paralela al río Orinoco; en la zona comprendida en los alrededores de Ciudad Bolívar entre el río Candelaria y el río Aro (Hedberg y Pyre, 1944).

La Formación Mesa yace discordantemente sobre las rocas del Complejo de Imataca; estas últimas por su naturaleza y configuración, condicionó la acción de los

agentes fluviales que depositaron los sedimentos que la suprayacen (Hedberg y Pyre, 1944).

Asimismo, está constituida por capas de arenas poco consolidadas, interestratificadas con arcillas limo-arenosas abigarradas y moteadas, gravas con mucho cemento ferruginoso que por procesos de absorber y exhalar humedad se forman pseudos conglomerados que tienen una amplia distribución (Hedberg y Pyre, 1944).

El espesor de la Formación Mesa es muy variado, pero en términos generales disminuye de Norte-Sur, como consecuencia del cambio en la sedimentación deltáica y aumenta de Oeste-Este, como consecuencia del avance deltáico. El espesor máximo es de 275 m en la mesa de Maturín. Hacia la zona de Bolívar se encuentran espesores de los 100 m (Hedberg y Pyre, 1944).

Esta formación tiene una edad geológica Plio-Pleistoceno se han encontrado algunos fósiles de agua dulce, generalmente asociados a arcillas lignificas y restos de madera fosilizada (silicificada), cuyo avanzado estado de litificación se postula como evidencia de una edad posiblemente mayor que el Pleistoceno (Kalliokioski, 1965). A grandes rasgos, se considera que la Formación Mesa se ha originado por la intercalación coalescente de abanicos aluviales, sedimentos aluviales, deltaicos y pantanosos.

Kalliokoski (1965) señala que la formación es anterior al último de los levantamientos mayores de las montañas del Norte, debido a que en esa zona la superficie de las mesas muestran inclinaciones suaves y pequeños plegamientos, e incluso falladas localmente, debido a los afloramientos irregulares de cuarcitas parcialmente ferruginosas que se elevan por encima de la formación en el área de Ciudad Bolívar, señala que la Formación Mesa parece haberse depositado sobre una

superficie irregular de rocas Precámbricas, en el Escudo de Guayana, dentro del cual, se forman: los morichales de Ciudad Bolívar, la mesa de la sabanita, las piedritas y el banco de sabanas altas, que topográficamente conforman la divisoria de aguas sobre los pequeños ríos que fluyen al Sur.

La Formación Mesa se interpreta como un relleno de materiales deltaicos, durante una transgresión de la mar hacia el Sur (subsistencia del Escudo). Estos sedimentos rellenaron las transgresiones del basamento, que ahora aparecen como pequeños afloramientos, junto con filas de cuarcitas. Hay casos donde los ríos y pequeñas quebradas como Candelaria cortan la Formación Mesa y exponen el basamento (Kalliokoski, 1965).

2.10 Geología Local

El río Orinoco acarrea un promedio de 400 millones de metros cúbicos de sedimentos sólidos al año. Los sedimentos se depositan y distribuyen a lo largo del río, asentándose principalmente, en los canales dragados que por haber sido excavados en sitios poco profundos, actúan como “trampas” recolectoras, y se rellenan con relativa rapidez.

En el sector Palmario y La Mariquita, el río Orinoco está constituido por el canal principal de navegación, de un ancho mínimo de 100 metros y 9 pies de calado. En este sector el canal de navegación es muy estrecho debido a la migración de extensas barras de arena, las cuales son transportadas por la corriente del río, generando alta sedimentación y pérdida de profundidades.

Las grandes acumulaciones de barras longitudinales formaron un meandro gigante en el margen Sur del canal del río que se extiende unos 14 Km en dirección NE.

La energía hidráulica del río Orinoco, ha erosionado progresivamente los estratos arenosos originando la sedimentación de barras laterales, de forme geométrica sinuosa de dimensiones de 1 km ancho y de una longitud de 6 km, durante largos periodos de deposición. Este proceso sedimentario, ha originado una pequeña isla identificada en la cartografía nacional como Caño Isla Grande. En el sector La Mariquita el canal del meandro tiene un ancho promedio de 763,45 m.

Durante el periodo de invierno el canal de Caño Isla Grande, recibe grandes volúmenes de sedimentos, los cuales son transportados por la corriente, en la dirección noreste las cuales se depositan formando extensas barras laterales, que gradan progresivamente de grano medio a grueso, hacia el centro del canal del meandro. Los volúmenes de sedimentos depositados en un área del canal de 418,88 hectáreas se estimaron en 25.133.069 m³.

Con el propósito de extracción de arena, utilizando el método de dragado, se ha seleccionado un área de 3,8 hectáreas (38.000 m²), sobre una sección longitudinal del meandro de 1,6 km.

Consideramos un ancho promedio medido en el canal de 743,65 y asumiendo un espesor del paquete de arena de 6 m, se estima un volumen de acumulación de arena de 228.000 m³.

Cabe señalar, que aun cuando se explote parte de este volumen o encaso que se eleven los niveles de bombeo con el sistema de dragado durante un año; las reservas del yacimiento de arena no se agotarían por la reposición de la arena en menos de un mes, en el transcurso de la estación lluviosa.

En relación al periodo de sequia durante los meses enero, febrero, marzo y abril, se tiene que el nivel del rio baja exponiéndose extensos bancos laterales de arena y solo queda cubierta de agua una sección del canal del rio de un ancho promedio de 256m . (Figura 2.9)



Figura 2.9 Imagen satelital de Caño Isla Grande

2.11 Características fisicoquímica de las arenas del sector Caño Isla Grande

Análisis fisicoquímico de una muestra de arena tomada en las barras del borde Norte de del canal de Caño Isla Grande que se procesó en el laboratorio de SERVICIOS Y SUMINISTROS S.S & P. C.A. Los análisis granulométricos determinaron que la porción de grano medio constituye el 63,2 %, la arena fina un 32,2% y la grava gruesa a fina 4,3%.

Los resultados de los análisis químico de una muestra de arena indica que contiene: OXIDO DE HIERRO (% Fe_2O_3) 0,77 %, OXIDO DE ALUMINIO (%)

Al_2O_3) 0,12%, ÓXIDO DE SÍLICE (% SiO_2) 99,5%, CLORUROS (% Cl^{-1}) 0,02%, SULFATOS (%S) 0,003%, TITANIO (%Ti) <0,01% y ACEITES Y GRASAS (%) <0,01%.

Otros parámetros físicos determinados de la muestra son Colorimetría Nivel: 2,0 cumple con el % de materia orgánica según resultados de colorimetría, Nivel 2. Peso específico aparente 2,668. El % de absorción 0,337%.

2.11.1 Opiniones e Interpretaciones de los resultados de los análisis de laboratorio

- La arena es de gradación media a fina, de partículas subredondeadas y subangulares, de textura lisa a rugosa, de color marrón rojizo lo que indica que las partículas han sido transportadas desde una fuente no muy distante.
- Lo más probable es que las arenas provienen de los estratos arenosos de la Formación Mesa los cuales son cortados por el río Orinoco desde ciudad Bolívar hasta el sector Boca de Marhuanta y del lado limítrofe del estado Anzoátegui.
- Las arenas del río Orinoco en este sector son arenas silíceas (99,5%).
- No reacciona al HCl al 10%.
- Se aprecian cristales de sílice.
- Cumple con la gradación de agregados finos para concreto según COVENIN 277 & ASTM C33 y por su alto porcentaje de sílice pueden utilizarse para la fabricación de vidrio y Sanblasting.
- El % de partículas que pasa el tamiz # 200, es menor de 5% (aceptable).
- Cumple con el % de materia orgánica según resultados de colorimetría, Nivel 2.

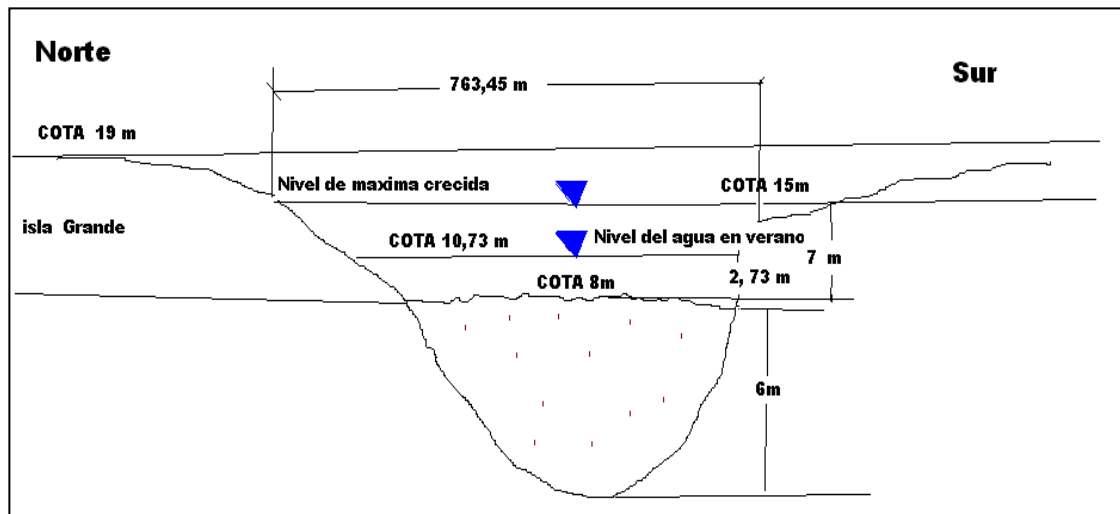


Figura 2.10 Sección Transversal del Canal del Rio Orinoco Sector La Mariquita II

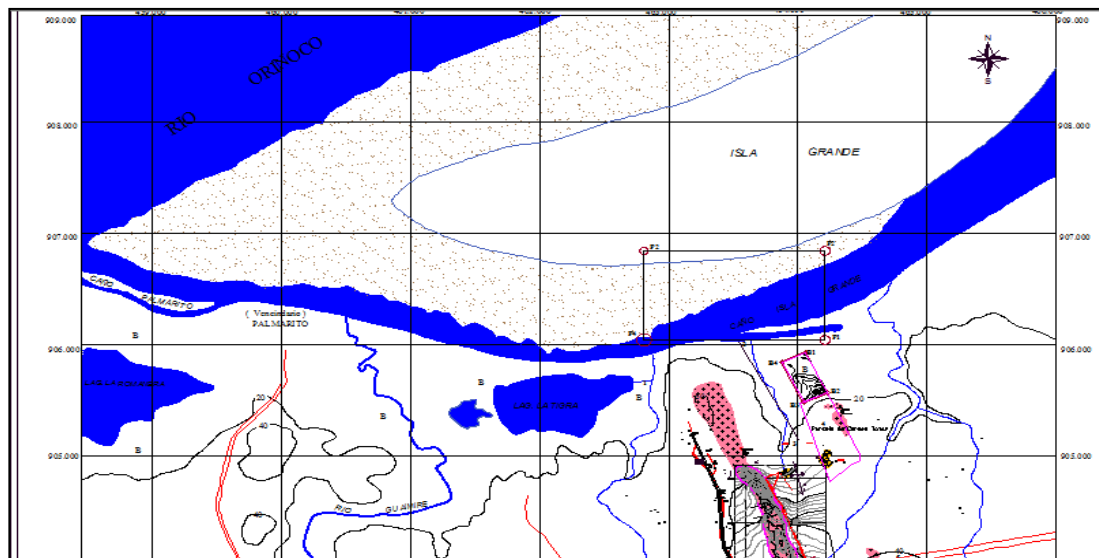


Figura 2.11 Sección longitudinal del Caño Isla Grande en el sector La Mariquita II

CAPITULO III

MARCO TEORICO

3.1 La arena

La arena es conjunto de partículas de rocas disgregadas. En geología se denomina arena a la compuesta de partículas cuyo tamaño varía entre 0,063 y 2 mm. Una partícula individual dentro de este rango es llamada grano de arena. Las partículas por debajo de los 0,063 mm y hasta los 0,004 mm se denominan limo o lógamo y por arriba de la medida del grano de arena y hasta los 64 mm se denominan grava.

Como material de construcción la arena, es el material que resulta de la desintegración natural de las rocas o se obtiene de la trituración de las mismas, y cuyo tamaño es inferior a los 5 mm. Para su uso se clasifican las arenas por su tamaño. A tal fin se les hace pasar por unos tamices que van reteniendo los granos más gruesos y dejan pasar los más finos. La arena fina, es la que sus granos pasan por el tamiz de mallas de 1 mm de diámetro y son retenidos por otro de 0.25 mm; la arena media es aquella cuyos granos pasan por un tamiz de 2.5 mm de diámetro y son retenidos por uno de 1 mm; y la arena gruesa es aquella cuyos granos pasan por un tamiz de 5 mm de diámetro y son retenidos por uno de 2.5 mm.

Las arenas de granos gruesos dan, por lo general, morteros más resistentes que la finas, si bien tienen el inconveniente de necesitar mucha pasta de conglomerante para rellenar sus huecos y ser adherentes.

La arena además posee otros usos debido a su extraordinaria propiedad de dureza, y, junto con la grava y el cemento, es uno de los componentes básicos del hormigón. (Tabla 3.1)

Tabla 3.1 Principales usos de la arena.

Usos	Porcentaje
Construcción	50
Pavimentación	30
Balasto	1
Vidrio	5
Arena para motores	3
Abrasivos	1
Modelados	7
Otros	3

La construcción y la pavimentación constituyen en gran medida el mayor consumo de arena. La arena para concreto, cemento, mortero, pasta, estuco y terrazo se clasifica como un agregado fino y debe cumplir con ciertos criterios para cada tipo de uso. La arena o agregado fino cuando se usa en la confección de concreto debe cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Composición: consistirá en una arena natural proveniente de canteras aluviales o de cantera producidas artificialmente. La forma de las partículas deberá ser cúbica o esférica y libre de partículas delgadas, planas o alargadas.
- b) Calidad: en general deberá cumplir con los requisitos establecidos en la norma, es decir, no deberá contener cantidades dañinas de arcilla, limo, álcalis, mica, materiales orgánicos y otras sustancias perjudiciales.
- c) Granulometría: el grano fino deberá estar bien gradado entre los límites finos y gruesos.

- d) Densidad: es la relación del peso por unidad de volumen. La máxima densidad de un suelo se obtiene si los espacios entre partículas de un diámetro determinado se rellenan con partículas de diámetro menor.
- e) Compresibilidad: indica el porcentaje de reducción en el volumen del suelo, debido a la pérdida de parte del agua entre sus granos, cuando está sometido a una presión.
- f) Esponjamiento: capacidad del material para aumentar o disminuir su volumen por la pérdida o acumulación de humedad.
- g) Permeabilidad: característica del suelo que indica la facilidad de permitir el paso de agua a través de él. Depende de su textura, granulometría y grado de compactación.
- h) Plasticidad: es la propiedad de deformarse rápidamente el suelo bajo la acción de una carga, sin llegar a romperse o disgregarse, y sin que se recupere la deformación al cesar la acción de la carga.
- i) Asentamiento: indica la disminución de la cota o altura del nivel del suelo debido a la consolidación del material de relleno. Generalmente suele ser consecuencia de una mala compactación.
- j) Resistencia al cizallamiento: es la resistencia que oponen las partículas a deslizarse entre si. Es consecuencia de la fricción interna y la cohesión del material. Cuanta mas resistencia ofrezca el cizallamiento, más difícil será la compactación.

- k) Consistencia: es el grado de resistencia de un suelo a fluir o deformarse. Con poca humedad los suelos se disgregan fácilmente, con más humedad el suelo se torna más plástico. Las pruebas de Atterberg determinan los límites de consistencia del suelo, que son: límite líquido, plástico y sólido.

3.2 Análisis de los sedimentos

3.2.1 Cuarteo de muestra

Es uno de los primeros pasos que practica a la muestra para poder realizar los diferentes ensayos. Se coloca el total de la muestra en una superficie plana, limpia, no absorbente. Se mezcla bien con una pala, se apila en forma de cono, luego se aplana formando una circunferencia. La circunferencia se divide en cuatro partes iguales; y luego se toman 2 porciones transversales de la circunferencia. Estas 2 porciones se mezclan y se repite el procedimiento de ser necesario. Este procedimiento se repite tantas veces sea necesario hasta lograr obtener el tamaño de la muestra requerido para el ensayo a ejecutar.

3.2.2 Análisis granulométrico de muestra

El análisis granulométrico según Bowles (1981), tiene como principal motivo determinar las porciones relativas de los diferentes tamaños de granos presente en una masa de suelo. Se lleva a cabo tomando una porción de muestra seca, procedente del método de cuarteo, se pesa, se lava por el tamiz # 200, y se coloca a secar. Una vez seca la muestra se procede a tamizarla por una serie de tamices normativos. El material retenido en cada tamiz se pesa y se calculan los % retenidos en cada tamiz con relación al peso total de la muestra antes de lavar.

3.2.3 Examen visual de muestra

Para fines de una mejor evaluación de los agregados, se realiza un análisis visual de las muestras antes y después de lavar. En este análisis se evalúa color, olor, etc. Antes de lavar se toma una porción de muestra, y se observa si hay raíces y/o cualquier otro componente ajeno al agregado; además se le añade HCL al 10%, para evaluar la presencia de CaCO_3 , y luego a otra porción se le añade un poco de agua para evaluar al tacto la consistencia de los posibles finos que pueda tener el agregado. Una vez la muestra lavada se observan la forma de las partículas y la presencia de algunos minerales de fácil identificación.

3.3 Peso específico aparente y absorción del agregado fino

Estas dos determinaciones se obtienen a partir de un mismo ensayo y entre ambas existe una relación inversa. Cuanto mayor sea el peso específico aparente, menor es la porosidad y menor será el coeficiente de absorción de agua, por el contrario a menor peso específico aparente, mayor porosidad y mayor coeficiente de absorción de agua.

Se toma una porción de muestra, se tamiza por el tamiz # 4, se toma el material pasante. Este material se lava por el tamiz # 200, y se coloca a saturar con agua por 24 ± 4 horas. Pasado este tiempo, se decanta el agua, y se lleva la muestra a condición de superficie saturada seca; se toma una porción de esta muestra, se pesa en un matraz o picnómetro, se le coloca agua, se mide la temperatura y se pesa. Una vez pesada la muestra se retira del envase y se coloca a secar para determinar su peso seco y posterior % de absorción.

3.4 Peso específico

Los ensayos de peso específico nos indica la porosidad de la arena, la homogenización de la misma, como también el comportamiento mecánico de estos materiales ya que a mayor densidad mejor es el comportamiento cuando soportar cargas pesadas, pero más problema a la hora de transportar la arena.

3.5 Porosidad

La porosidad de un material representa un porcentaje que relaciona el volumen que ocupan los poros en un volumen unitario de roca; esto es si la porosidad es del 50 % significa que la mitad de la roca está constituida por poros y la otra mitad por partículas sólidas.

Pero no nos habla de cómo están de conectados los poros, para ello recurrimos a la porosidad eficaz, que se refiere a la porosidad representada por aquellos espacios por los que puede circular el agua, es decir aquellos que están comunicados. Por tanto la segunda siempre será menor que la primera.

3.6 Resistencia a la flexión

Es el esfuerzo de fibra máximo desarrollado en una probeta justo antes de que se agriete o se rompa en un ensayo de flexión. Para aquellos materiales que no se rompen en el ensayo de flexión, se reporta la resistencia de fluencia en flexión en lugar de la resistencia a la flexión. Sinónimo de módulo de ruptura.

3.7 Resistencia al desgaste por abracion

La resistencia a la abrasión, desgaste, o dureza de un agregado, es una propiedad que depende principalmente de las características de la roca madre.

Este factor cobra importancia cuando las partículas van a estar sometidas a un roce continuo como es el caso de pisos y pavimentos, para lo cual los agregados que se utilizan deben estar duros.

Para determinar la dureza se utiliza un método indirecto cuyo procedimiento se encuentra descrito en la Normas ICONTEC 93 y Norma ICONTEC 98 para los agregados gruesos.

Dicho método más conocido como el de la Máquina de los Angeles, consiste básicamente en colocar una cantidad especificada de agregado dentro de un tambor cilíndrico de acero que está montado horizontalmente. Se añade una carga de bolas de acero y se le aplica un número determinado de revoluciones. El choque entre el agregado y las bolas da por resultado la abrasión y los efectos se miden por la diferencia entre la masa inicial de la muestra seca y la masa del material desgastado expresándolo como porcentaje inicial.

$$\text{Porcentaje de desgaste} = [Pa - Pb] / Pa$$

Donde:

Pa: es la masa de la muestra seca antes del ensayo (grs)

Pb: es la masa de la muestra seca después del ensayo, lavada sobre el tamiz 1.68 mm

En el ensayo de resistencia a la abrasión o al desgaste se utiliza la Máquina de los Ángeles. Esta es un aparato constituido por un tambor cilíndrico hueco de acero de 500 mm de longitud y 700 mm de diámetro aproximadamente, con su eje horizontal fijado a un dispositivo exterior que puede transmitirle un movimiento de rotación alrededor del eje.

3.8 Cambios de volumen de la arena al variar el contenido de humedad

El agua de mojado superficial de los granos de agregado, hace que éstos queden ligeramente separados entre sí por la película que los rodea, lo que da lugar a que, en su conjunto el material se hinche.

En los agregados gruesos este efecto es poco perceptible, mientras que en las arenas, debido a su considerable superficie específica, el fenómeno es notable. Debido a lo anterior, la humedad en la arena afecta la dosificación de las mezclas, tanto si se hacen en peso como en volumen.

3.9 Cálculo de reservas

La búsqueda de recursos y la cuantificación de las reservas es una constante y continua actividad que se realiza durante todo el proceso de cualquier empresa minera. La búsqueda de métodos de cálculo ajustados en lo posible a los fenómenos reales o naturales con lleva al uso de herramientas y métodos geoestadísticos los cuales con el pasar de los años han demostrado ser métodos de cálculo que proporcionan un mayor porcentaje de confianza, necesario para la elaboración de una mejor y efectiva planificación minera. Ahora bien, la estimación, valuación o cálculo de reservas, consiste en la determinación de las cantidades explotables de un depósito mineral. (Chacón, E. 1997).

3.10 Proceso del dragado

3.10.1 Definición de dragado

El dragado es una actividad de excavación. Parte de esta operación suele llevarse a cabo debajo del agua, en mares poco profundos o en áreas de agua dulce,

con el fin de recoger los sedimentos del fondo y disponer de ellos en un lugar diferente.

3.10.2 Equipos de dragado

El equipamiento de dragado es muy variado en tamaños y métodos de operación. Una primera clasificación atendiendo a los métodos de excavación, forma de operación y desalojo del material (subida del material a superficie).

3.10.2.1 Dragas mecánicas

Las dragas mecánicas utilizan en principio el mecanismo de corte para penetrar el suelo. Estas dragas emplean equipos similares a los utilizados para movimientos de suelos en tierra firme. Poseen entre ellas una serie de aspectos en común, como por ejemplo, que el material se saca con poca perturbación y mínima dilución con lo que la eficiencia de las dragas mecánicas es alta desde ese punto de vista.

Draga de cangilones

Las dragas de cangilones son de un diseño muy antiguo y en un tiempo tenían una participación importante en la flota de dragado de Europa. La draga utiliza una serie de cangilones montados sobre una cadena que gira indefinidamente y se conoce como rosario de cangilones.

Draga de cuchara de almejas

La draga de cuchara de almejas está compuesta por una grúa que sostiene mediante cables una cuchara de almejas montada sobre un pontón. La cuchara se deja caer hasta el fondo donde penetra por su propio peso.

Draga tipo retroexcavadora (Backhoe)

La draga tipo retroexcavadora se está usando cada vez más dentro de las operaciones de dragado.

3.10.2.2 Dragas hidráulicas

Este tipo de dragas utiliza bombas centrífugas para producir la succión de agua que transporta el material dragado.

Draga Dustpan

La operación de dragado se realiza desde un pontón mediante un cabezal que se baja desde la proa y que tiene forma de cabezal de una aspiradora y de allí su nombre en inglés. Produce la succión mediante bombas centrífugas y ayuda a la formación de la mezcla de agua y sedimento mediante chorros de agua ubicados en el cabezal.

Draga de succión por arrastre

Las dragas de succión por arrastre (TSHD) son barcos autopropulsados que tienen cántaras en las que se coloca el material dragado. El dragado se efectúa mediante tubos de succión ubicados a los costados de la draga que se bajan hasta ponerlos en contacto con el fondo.

Draga de succión con cortador (CSD)

La draga de cortador consiste en un pontón o un barco que aloja las bombas centrífugas para producir la succión de la mezcla de agua y sedimento y una estructura en forma de marco denominada escalera que se baja hasta el fondo y que sostiene un eje con un cortador que gira en sentido normal al eje del tubo de succión.

3.10.2.3 Dragas Especiales

Existen algunas dragas que no responden exactamente a las características mencionadas. Entre ellas se pueden indicar las que se mencionan en los párrafos siguientes

Draga rastra de fondo

Este equipo consiste en una plancha de metal con dientes en su parte frontal que se arrastra por el fondo tirada por un remolcador. Pueden usarse como equipo de dragado independiente para desplazar material de un sitio a otro en distancias cortas o puede utilizarse como un equipo complementario de otros equipos de dragado, como puede ser una draga de succión por arrastre.

3.10.3 Elección del equipo de dragado

Una clasificación de los equipos de dragado en función para cada tipo de draga el tipo de proyectos donde realiza los trabajos de manera más eficiente y cuáles son las condiciones límites en las que puede operar.,

Es importante destacar que existen diversos tipos de dragas y diversas formas de emplear cada una de ellas dependiendo de las características particulares de cada proyecto. Por otra parte ninguna draga está diseñado para dragar en todo tipo de condiciones o sea que hay una especialización de los equipos tanto por tipo de equipo como por tamaño.

El tipo y cantidad de material a dragar, el sitio de descarga, los factores ambientales reinantes, la disponibilidad de equipo de dragado apropiado o los costos

de movilización son algunos de los factores que juegan un rol importante en la elección del tipo de draga a utilizar.

3.10.4 Ciclo de dragado

Los trabajos de dragado con equipos de succión se pueden considerar como una serie continua de ciclos de dragados sencillos. Cada ciclo de dragado consiste en diferentes fases ejecutadas una atrás de otra. Las diferentes fases a considerar se presentan en la Figura 3.1

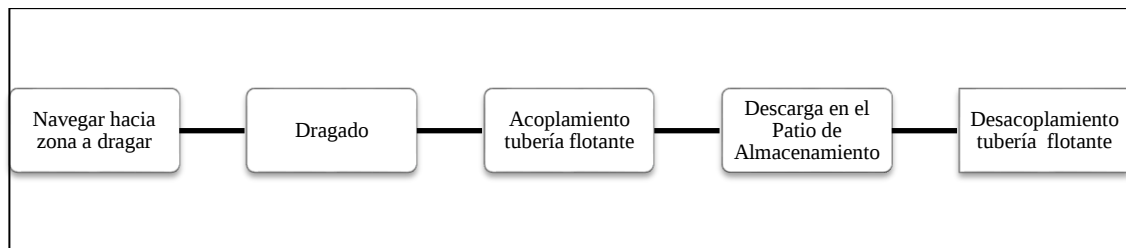


Figura 3.1 Ciclo de dragado

- a) Navegar hacia zona a dragar: Llegada de la Draga a la zona de trabajo y anclaje. Enlace de los cables de giro a las Anclas.
- b) Dragado: Funcionamiento de los equipos de succión y cabezales de corte
- c) Acoplamiento tubería flotante
- d) Descarga en el Patio de Almacenamiento: Descarga continua de la arena a través de la tubería de descarga
- e) Desacoplamiento tubería flotante

3.11 Capital de inversión

Es la suma de todos los recursos, bienes y valores movilizados para la constitución y la puesta en marcha de una empresa.
(www.ingeminas.gov.co/option.com_glosary)

3.12 Consideraciones respecto a la selección de la maquinaria

La principal regla para el diseño en la moderna ingeniería minera es; La maquinaria define el sistema y la geometría del diseño de la explotación.(Chacón, E. 1997).

Todo proceso de selección de maquinaria analiza un conjunto de criterios denominados básicos o generales, así como otro grupo definido como criterios específicos. (Chacón, E. 1997).

Criterios básico: Condiciones del entorno en las que se van a desarrollar las operaciones, como son altitud, temperatura, precipitaciones, vientos, tipo de terreno, accesibilidad, infraestructura eléctrica, disponibilidad de mano de obra, talleres o bases de los distribuidores de la maquinaria, proximidad a áreas habitadas, limitaciones ambientales. (Chacón, E. 1997).

Características del depósito mineral: Estériles interiores a la mineralización y de recubrimiento (potencias, naturaleza y grado de consolidación, propiedades geomecánicas, estabilidad de los taludes, ángulo de reposo de los estériles sueltos, etc.). (Chacón, E. 1997).

Mineralización (tipo y forma, espesores, inclinación, propiedades geomecánicas, alterabilidad). (Chacón, E. 1997).

Criterios específicos: Criterios de rendimiento (capacidad de producción, fuerzas de excavación o arranque, tiempos de ciclo, alturas, velocidades).

Criterios de diseño (potencia total, vida en servicio, robustez, configuración, facilidad de mantenimiento y reparaciones, niveles de ruido, fuentes de energía,). (Chacón, E. 1997).

Criterios de servicio (maquinaria auxiliar requerida, frecuencia de servicio, repuestos necesitados, herramientas requeridas, adiestramiento del personal, etc.). (Chacón, E. 1997).

Criterios económicos (costes de propiedad, operación, amortizaciones). (Chacón, E. 1997).

3.13 Consideraciones respecto a la selección del personal

La importancia de la correcta selección del personal radica en que toda actividad humana organizada plantea dos requisitos que son, a la vez, fundamentales y opuestos: la división del trabajo en las distintas tareas que deben desempeñarse y la coordinación de las mismas. (Chacón, E. 1997).

La estructura de la organización es, consecuentemente, el conjunto de todas las formas en que se divide el trabajo en tareas distintas, consiguiendo luego la efectiva coordinación de las mismas. (Chacón, E. 1997).

En una explotación minera, esta estructura debe ser aquella que permita alcanzar los objetivos de producción con un coste aceptable y manteniendo siempre un alto grado de profesionalidad y seguridad, asegurando siempre el correcto funcionamiento de todos los departamentos. (Chacón, E. 1997).

No se trata, por tanto, de definir estructuras copiadas de otras, sino de conseguir que la estructura funcione de forma armónica y al ritmo que se ha fijado, donde cada miembro conoce perfectamente su papel y lo desempeña en el momento en que debe hacerlo, evitándose así distorsiones que se reflejen en el normal funcionamiento diario. (Chacón, E. 1997).

3.14 Costos fijos

Son aquellos cuya magnitud no depende del volumen total de producción ni del nivel de utilización de un determinado proceso o servicio. Este tipo de costos puede variar con el nivel de producción proyectado, pero no directamente con la producción obtenida. (López Jimeno. 1994).

3.15 Costo de mantenimiento

Son los costos originados por todas las erogaciones necesarias para conservar la maquinaria en buenas condiciones, a efecto de que trabaje con rendimiento normal durante su vida económica. (www.ingeominas.gov.co/option.com_glosary).

3.16 Costos de mercadeo

Se refiere a los costos ocasionados por la comercialización de los minerales. (www.ingeominas.gov.co/option.com_glosary).

3.17 Costo de operación

Es el total que se deriva de las erogaciones que hace el contratista por concepto del pago de salarios al personal y de todos los otros gastos relacionados con el desarrollo de la operación. (www.ingeominas.gov.co/option.com_glosary).

3.18 Costo por seguros

Se entiende como costo por seguros, la cantidad necesaria para cubrir los riesgos a que está sujeta la maquinaria de construcción durante su vida económica y por accidentes que sufra. (www.ingeminas.gov.co/option.com_glosary).

3.19 Costos variables

Son aquellos que se modifican, no necesariamente en forma proporcional, con el volumen de producción o con el nivel de utilización de un determinado proceso o servicio. (López Jimeno. 1994).

3.20 Evaluación ambiental

Es la identificación y calificación de los impactos que genera cada actividad de un determinado proyecto. (www.ingeminas.gov.co/option.com_glosary)

3.21 Evaluación económica

3.21.1 Ingresos estimados

Los ingresos estimados por la venta del mineral en metro cúbico y en boca de mina está basado en los precios reflejados en las facturas de ventas consignadas en la Gerencia de Fiscalización y Tributos del Instituto Autónomo Minas Bolívar (IAMIB).

$$\text{Ingresos} = \text{volumen(m}^3\text{)} * (\text{precioBs/m}^3 * \text{Inflación}) = [\text{Bs.}]$$

Donde:

Ingresos= Ingresos obtenidos.

Volumen = Volumen de producción.

Inflación= Valor proyectado de la inflación.

3.21.2 Depreciación

La depreciación de los equipos se obtiene a través del método de línea recta de acuerdo con la ecuación.

$$\text{Depreciación} = \frac{V}{VU} - V_s = (\text{Bs.})$$

Donde:

Depreciación= Depreciación del equipo

V= Valor actual del equipo.

VU= Vida Útil.

Vs= Valor de salvamento del equipo.

3.21.3 Anualidad

Las anualidades son pagos iguales efectuados a intervalos iguales de tiempo (generalmente de un año) que se llaman intervalos de pago.

$$A = VA * \left(\frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} \right)$$

Donde:

A= Anualidad

VA= Valor Actual

r= Interés

n= Numero de pagos a efectuar

3.21.4 Valor presente neto

Las variables analizadas en el proyecto para determinar una decisión de inversión, se utiliza el valor presente neto (VPN) del ingreso futuro proveniente de la inversión.

Para calcularlo, se utiliza el VPN del flujo de rendimientos netos (futuros ingresos del proyecto) tomando en cuenta una tasa de interés, y lo compara contra la inversión realizada. Si el valor presente neto es mayor que la inversión, será positivo y la empresa aceptará el proyecto; si el valor presente neto fuera menor que la inversión la empresa lo rechazaría.

$$\text{VPN} = -I_o + \frac{F_1}{(1+i)^1} + \frac{F_2}{(1+i)^2} + \frac{F_3}{(1+i)^3} + \frac{F_4}{(1+i)^4} + \frac{F_5}{(1+i)^5} + \frac{F_6}{(1+i)^6} + \frac{F_7}{(1+i)^7} + \frac{F_8}{(1+i)^8} + \frac{F_9}{(1+i)^9} + \frac{F_{10}}{(1+i)^{10}}$$

Donde:

VPN= Valor Presente Neto

F1, F2Fn=Flujo efectivo de caja.

i= Tasa de descuento

I= Inversión

3.21.5 Tasa interna de retorno o tasa interna de rentabilidad (TIR)

Está definida como la tasa de interés con la cual el valor actual neto o valor presente neto (VAN o VPN) es igual a cero.

El VAN o VPN es calculado a partir del flujo de caja anual, trasladando todas las cantidades futuras al presente. (www.ingehominas.gov.co/glosary)

3.22 Evaluación de impacto ambiental

Es un estudio técnico de carácter multidisciplinario, encaminado a predecir, identificar, valorar y corregir los efectos o impactos ambientales que sobre el medio producen determinadas obras, instalaciones y actividades. (www.ingehominas.gov.co/option.com/glosary).

3.23 Minería

Es la obtención selectiva de los minerales y otros materiales a partir de la corteza terrestre. Esto también corresponde a la actividad económica primaria relacionada con la extracción de elementos y es del cual se puede obtener un beneficio económico. (www.wikipedia.org/wiki/mineria)

3.24 Explotación

Es el proceso de extracción y procesamiento de los minerales, así como la actividad orientada a la preparación y el desarrollo de las áreas que abarca el depósito mineral. (www.ingehominas.gov.co/option.com/glosary)

3.25 Métodos de explotación

Se definen como una forma geométrica usada para explotar un yacimiento determinado. Es el modo de dividir el cuerpo mineralizado en sectores aptos para el laboreo. (www.ingehominas.gov.co/option.com/glosary)

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1 Nivel de la investigación

El tipo de investigación corresponderá a un estudio de carácter aplicado debido a que la empresa desea poner en práctica los resultados obtenidos, un nivel de investigación descriptivo y proyectiva, ya que expone la realidad bajo la cual se encuentra el elemento en estudio, como también las condiciones en que se debe explotar la arena, es decir, permite mostrar el sistema de explotación de la cantera a detalle y analizar los datos recolectados así como también evaluar los factores que inciden en la explotación de arena lavada.

4.2 Diseño de la investigación

Está basado en una investigación de campo donde se recolectaron los datos para la evaluación posterior de la arena que fue seleccionado en una etapa anterior de exploración en el cual se suministran los datos objetivos y las informaciones necesarias para obtener un modelo completo del medio geológico que está en estudio para definir con exactitud: la cantidad, calidad y la distribución espacial; y es documental porque fue necesario recurrir a la compilación datos de informes técnicos de areneras, bibliografías y todo tipo de información relacionada con la explotación de arena lavada y su empleo en la industria de la construcción.

4.3 Flujograma

Las Fases de la investigación están representadas en la Figura 4.1.

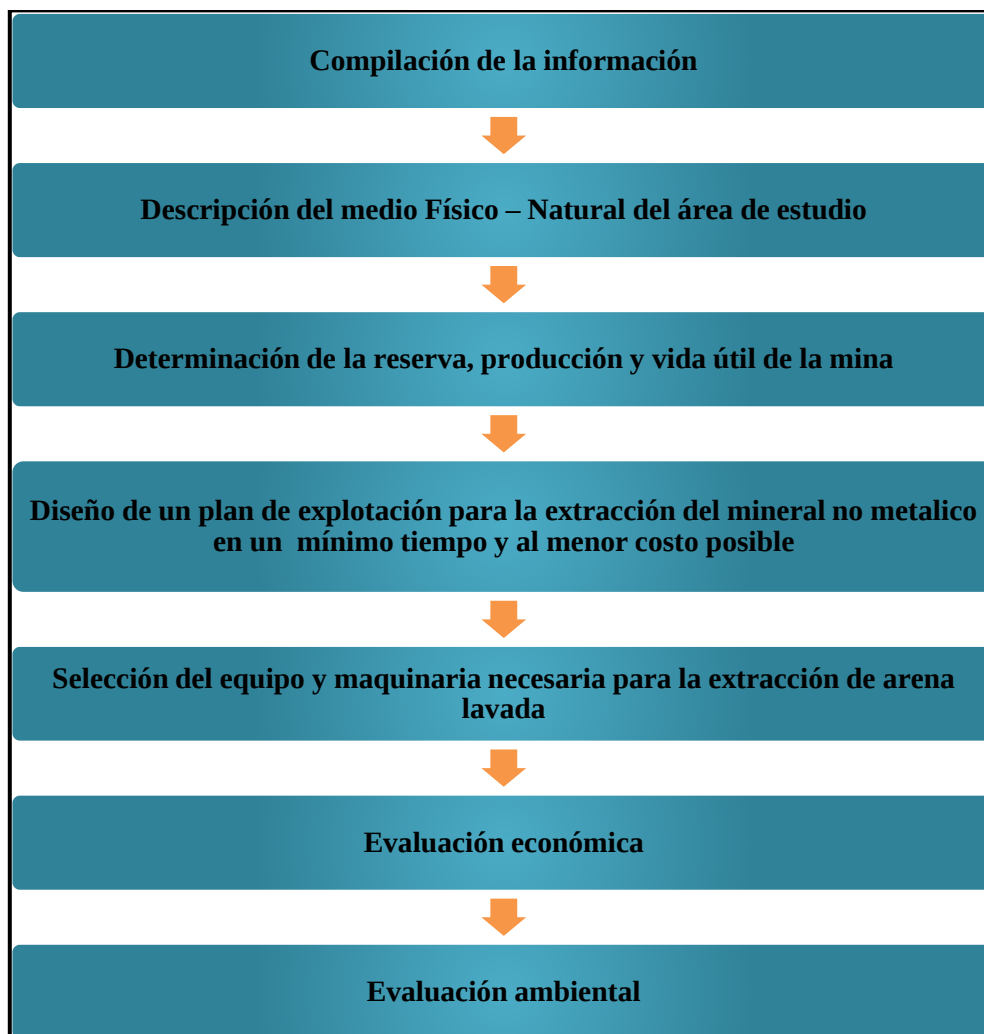


Figura 4.1 Flujograma de actividades

4.3.1 Compilación de información

La compilación de información forma parte del inicio del trabajo de investigación, donde se consultaron trabajos realizados anteriormente en la zona, con el fin de conocer la geología y poder realizar una caracterización sobre los recursos existente en el área de estudio, se utilizó cualquier medio o servicio (Internet Explorer, bibliografías e informes con estudios similares, trabajos de grado, informes de avances de canteras del Estado Bolívar que actualmente están en explotación

suministrados por el Instituto Autónomo Minas Bolívar) para indagar acerca de todo lo relacionado con la explotación de yacimientos de arena lavada para la producción de agregados finos como uso en la construcción, seguido de visitas a la zona para hacer el reconocimiento y tener bases fotográficas del área y sus alrededores como apoyo, para poder tener una visión de la zona y sustentar el estudio.

4.3.2 Descripción del medio físico – natural del área de estudio

Se realizó el reconocimiento para describir las características geológicas y ambientales del área, ubicar el afloramiento desde el punto de vista geográfico y observar los rasgos estructurales más visibles que lo caracterizan. Es importante acentuar el difícil acceso en ciertas zonas por la lejanía y la extensa cobertura boscosa presente en la misma, para contrarrestar esto se abrieron secciones de picas con el fin llegar al punto de muestreo.

4.3.3 Determinación de las reservas y vida de la mina

Para esta etapa se utilizó el programa GLOBAL MAPPER V-12, donde se obtuvo la información del área solicitada a través de los datos obtenidos por la Orto imagen Radar 7540-IV (Figuras 4.2), con ayuda del programa AUTOCAD 2011, determinando los espesores del área para luego calcular el volumen total aproximado, multiplicando este, por la densidad del material obteniendo el tonelaje del afloramiento (Figura 4.3).

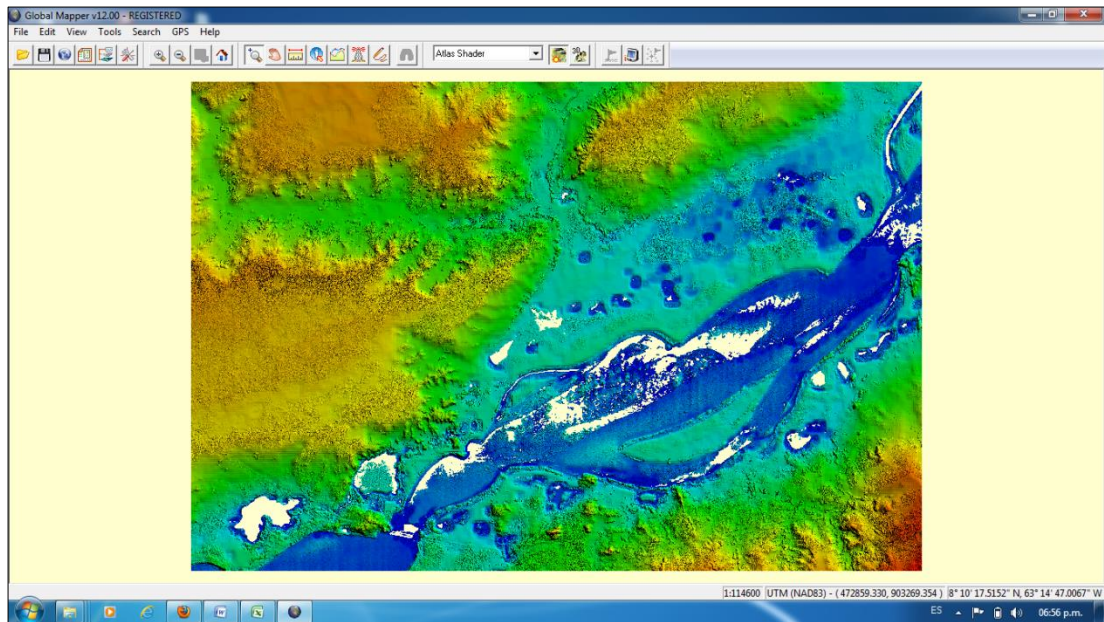


Figura 4.2 Programa GLOBAL MAPPER V-12

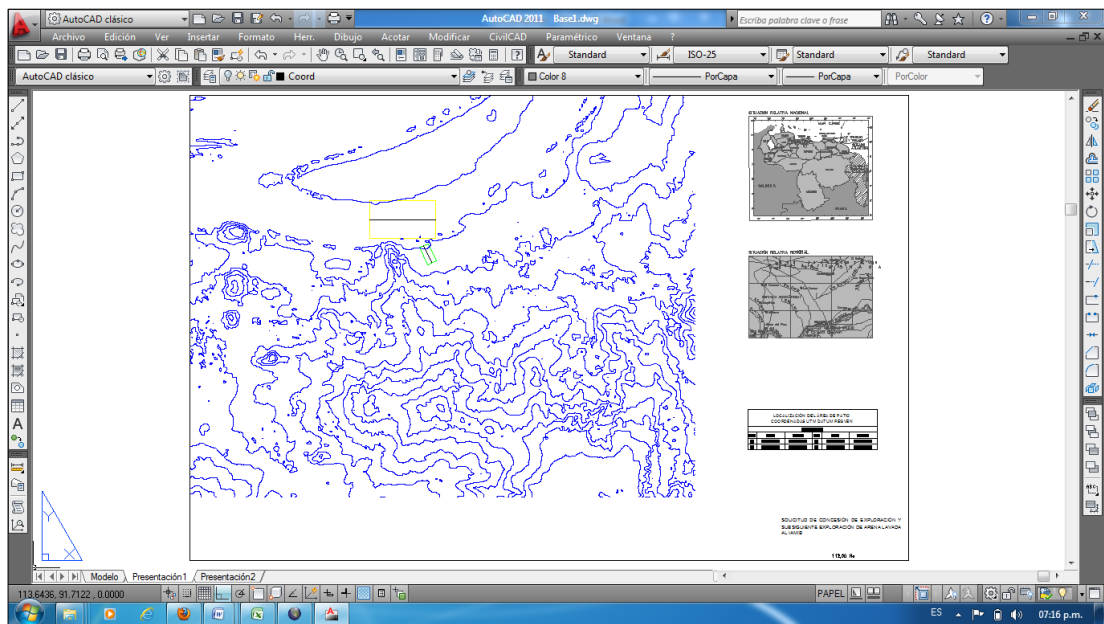


Figura 4.3 Programa AUTOCAD 2011

4.3.4 Selección del método de explotación

Se seleccionó el método de minería a cielo abierto aluvional con modalidad de explotación por dragado, el cual consiste fundamentalmente en realizar excavaciones por debajo del agua en materiales rocoso de tipo detrítico.

4.3.5 Selección del equipo

De acuerdo con la naturaleza del mineral y las características de los depósitos (acumulación aluviones de arena en el lecho del río), se observa que el método de explotación aplicado es el de dragado y subsiguiente bombeo de la mezcla de agua y arena hasta llenar los patios de almacenamiento.

4.3.6 Evaluación económica

Todo proyecto minero lleva consigo una gran inversión de capital para su inicio y desarrollo. Los inversionistas desean ver el retomo de su capital en el menor tiempo y con la mayor ganancia posible. Para determinar la rentabilidad del proyecto se empleará el método del Valor Presente Neto y la Tasa Interna de Retorno.

Esto se realizará luego de ser obtenidos los costos por metros cúbicos de todas las actividades involucradas en la producción y determinar así el monto a invertir en el proyecto, con estos datos se procederá a realizar los cálculos para determinar el Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

4.3.7 Evaluación ambiental

La evaluación ambiental identifica maneras de mejorar ambientalmente los proyectos y minimizar, atenuar, o compensar los impactos adversos, tiene como

propósito asegurar, que las opciones de desarrollo bajo consideración sean ambientalmente adecuadas y sustentables, y que toda consecuencia ambiental sea reconocida pronto en el ciclo del proyecto y tomada en cuenta para el diseño del mismo.

CAPITULO V

ANALISIS DE RESULTADOS

5.1 Determinación de las reservas

Los volúmenes de arena se formulan de acuerdo a la información obtenida en la sección del río Orinoco. Los bancos de arena alcanzan los 7,509 metro de espesor (datos obtenidos por la Orto imagen Radar 7540-IV-SE, proporcionado por IAMB). Considerando el área solicitada de 112 hectáreas y un espesor promedio de 5,22 metros, con una rasante de -4,00 metros, sobre el nivel del mar, se obtiene un volumen potencialmente aprovechable de 9.982.431,89 m^3 . La densidad de la arena del sector es de 1,8 TN/ m^3 .

$$**TM reservas = Volumen * Densidad**$$

$$**TM reservas = 9.982.431,89 m^3 * 1,8 TM/m^3**$$

$$**TM reservas = 17.968.377,4 TM**$$

Es importante destacar que la alta reposición natural que caracteriza al Río Orinoco es estimada en 210 millones de ton/año (Meade et al, 1995). (Tabla 5.1).

Tabla 5.1 Estimación de volumen del Área Solicitada

COORDENADA INICIAL DE CURVA MASA			10.000,00		AREAS							VOLUMENES					
SECCIONES DE TN LEVANTADAS EN CAMPO	ELEVACIONES		ESPESORES		DESPALME		C	T	Factor de abundamiento en corte	SEMI- DISTANCIA	DESPALME		C	T	RESUMEN (ORDENADAS DE LA CURVA MASA)		
	TN	SUBRASANTE	C	T	DC	DT					DC	DT					
0+000,00	7,509	-4,00	11,51	0	0	0	7751,00	0							0+000,00	10.000,00	
0+200,00	6,355	-4,00	10,36	0	0	0	7427,81	0	1,00	100,00	0	0	1517880,55	0	0+200,00	1.527.880,55	
0+400,00	6,170	-4,00	10,17	0	0	0	7038,35	0	1,00	100,00	0	0	1446616,06	0	0+400,00	2.974.496,61	
0+600,00	3,346	-4,00	7,35	0	0	0	6721,23	0	1,00	100,00	0	0	1375958,39	0	0+600,00	4.350.455,00	
0+800,00	4,914	-4,00	8,91	0	0	0	6950,41	0	1,00	100,00	0	0	1367164,36	0	0+800,00	5.717.619,36	
1+000,00	3,724	-4,00	7,72	0	0	0	6957,66	0	1,00	100,00	0	0	1390807,22	0	1+000,00	7.108.426,57	
1+200,00	5,113	-4,00	9,11	0	0	0	7231,40	0	1,00	100,00	0	0	1418906,53	0	1+200,00	8.527.333,11	
1+400,00	4,662	-4,00	8,66	0	0	0	7419,58	0	1,00	100,00	0	0	1465098,78	0	1+400,00	9.992.431,89	

SIMBOLOGIA	
DC	DESPALME EN CORTE
DT	DESPALME EN TERRAPLEN
<u>C</u>	CORTE
<u>T</u>	TERRAPLEN

5.2 Producción

Los cálculos para la estimación de producción solo pueden ser obtenidos mediante el tipo draga o tamaño de equipos. La producción nominal de un motor es la indicada en su placa. Se expresa en Cv, Hp y kW (1 HP= 0,745 kW).

5.2.1 Producción de la bomba

Para el caso de las dragas estándar los fabricantes de dragas suelen proveer curvas con producciones esperadas en función de la distancia de bombeo y del tipo de material. En la Figura se presentan las curvas de producción para una draga de cortador tipo IHC Beaver® 40.

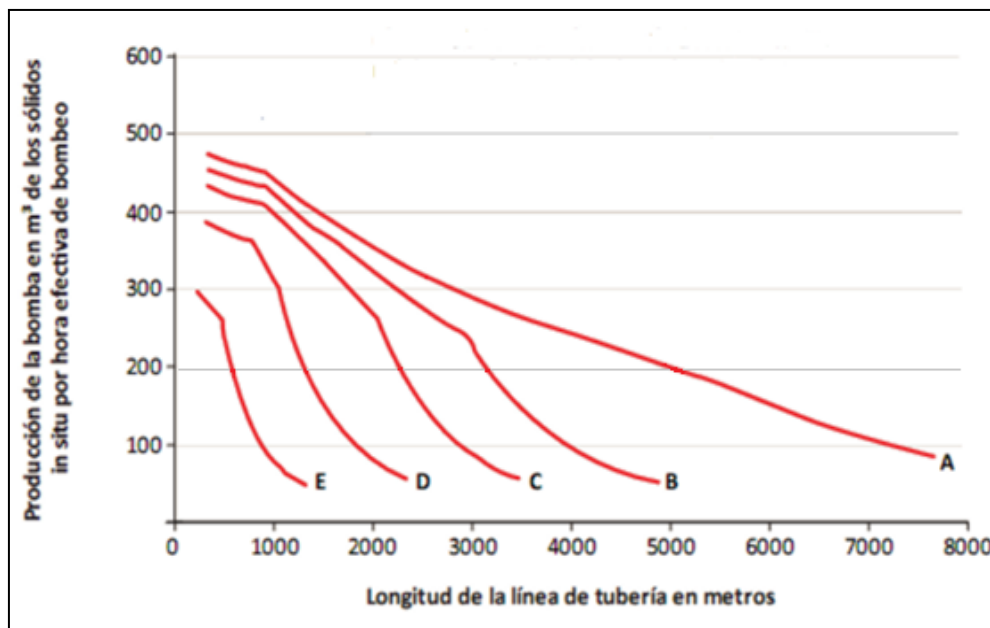


Figura 5.1 Curvas de producción para una draga de cortador tipo IHC Beaver® 40

Producción calculada paratamaño del grano de acuerdo al tipo de arena. (Tabla 5.2).

Tabla 5.2 Tamaño del grano de acuerdo al tipo de arena

Tipo de sólido	Tamaño de grano de referencia
A arena fina	0,150 mm
B arena media	0,600 mm
C arena media + gruesa	1,180 mm
D arena gruesa	2,360 mm
E grava fina	4,750 mm

Las curvas de producción calculadas sólo indican la capacidad de bombeo (diámetro interno de la línea de descarga 400mm), basadas en la máxima potencia disponible en el eje de la bomba y material fluyendo libremente.

5.2.2 Método de operación

Durante la operación de dragado el pilón de trabajo se clava en el fondo. Se baja la escalera y la parte inferior del cortador se mantiene a un nivel apenas por debajo del nivel a lograr y se desplaza en un arco de círculo con el pontón de la draga rotando alrededor del pilón de trabajo, halado de un guinche y soltando del guinche opuesto.

Cuando la profundidad a dragar es grande se programan varios cortes en el frente de dragado para llegar a la profundidad deseada. Se hace el primer corte en todo el frente: la velocidad transversal depende de las características del material, la profundidad de corte, la potencia de los guinches y las revoluciones del cortador.

Se realizan cortes adicionales para completar la profundidad de diseño. Luego la draga se avanza una distancia aproximadamente igual al largo del cabezal.

Para la extracción de la arena por el método de dragado (succión), el material arenoso será bombeado a través de una tubería de descarga desde el área solicitada hasta el patio de almacenamiento localizado a una a una distancia desde la orilla a 170 metros aproximadamente como se muestra en la Figura 5.2.

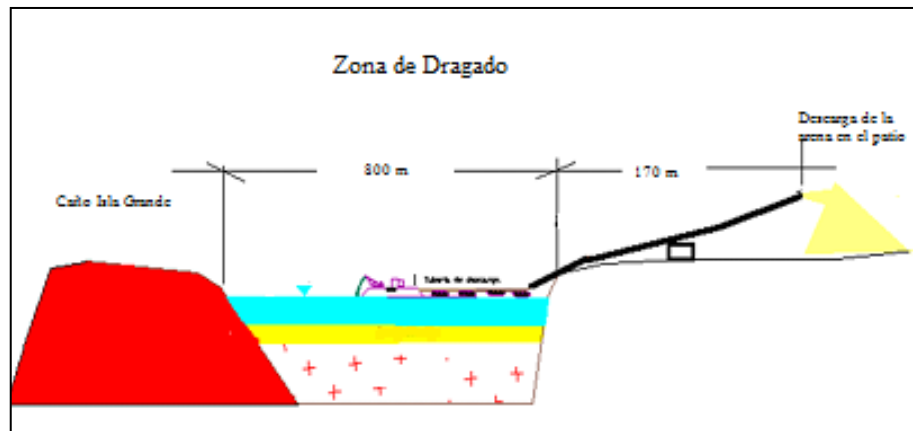


Figura 5.2 Método de explotación de la arena lavada

5.3 Estimación la vida útil de la mina

$$Vidadelamina = 0,2\sqrt[4]{TMreservas} \text{ (años)}$$

$$Vidadelamina = 13,02138593 \cong 13 \text{ años}$$

Si se toma en cuenta los altos niveles de reposición del río Orinoco durante la etapa de crecida se tiene que la reposición de arena en el sector es continua lo que significa que este tipo de yacimiento perdurable mientras exista reposición.

5.4 Selección los equipos y maquinarias necesarios para la extracción de arena lavada

5.4.1 Equipo de dragado

El equipo de dragado seleccionado, es una draga de succión con cortador o draga de cortador tipo IHC Beaver® 40 de aproximadamente de 447 KW de potencia total instalada, totalmente desmontable, en ejecución estándar son bomba de dragado IHC (Diseño Confiable, de menor mantenimiento y alta eficiencia). Figura 5.3.



Figura 5.3 Equipo de dragado.

5.4.1.1 Características Principales del equipo de dragado

- | | |
|---|--------------------------|
| • Dimensiones Principales (sin incluir la escalera) | 2,50 m x 5,72 m x 1,51 m |
| • Potencia del Cortador | 52 kw |
| • Diámetro de Succión | 390 mm |
| • Diámetro de descarga | 390 mm |
| • Tipo de Bomba de dragado | IHC® 900-175-350 |
| Pared | simple |
| • Holgura bola amplia | 160 mm |

- Calado medio (con tanques de combustible llenos,
Aproximadamente) 1,10 m
- Potencia total instalada (diseño de un solo motor) 447 kw
- Amplitud del giro con 35° de giro a cada lado
- A la máxima profundidad de dragado 18.00m

5.4.1.2 Otras características del equipo de dragado

- Motor marino de alta resistencia y duración
- El accionamiento del cabezal de corte acepta transitoriamente sobrecarga, dando como resultado una potencia de corte alta máxima
- Desmontable y transportable por carretera, ferrocarril o mar
- Listo para operar a su llegada al sitio
- Diseño estándar, permitiendo cortos plazos de entrega y precio competitivo
- Piezas de repuesto disponibles desde stock
- Fiable sistema hidráulico
- Motor con sistema de refrigeración por agua dulce
- Consumo de combustible eficiente

5.4.1.3 Personal requerido para la draga

- Un Capitán
- Un Operador
- Un Mecánico

5.4.2 Equipos Auxiliares

5.4.2.1 Barco de trabajo DMC

Un barco de trabajo de una sola hélice, tipo Delta DCM 1050, necesario para ayudar a ensamblar la tubería flotante. La unidad también será utilizada para mover la draga y para transportar tripulación y materiales a y desde la draga.



Figura 5.4 Barco DCM 1050 para el dragado.

Características principales:

- Dimensión

Eslora total	10,40 m
--------------	---------

Manga de trazado	4,13 m
------------------	--------

Profundidad promedio	0,90 m
----------------------	--------

- Propulsión

Un motor principal 3056 DITA	153 kw
------------------------------	--------

- Rendimiento

Tiro a punto fijo aprox.	2,0 toneladas
--------------------------	---------------

Velocidad de navegación	7,0 nudos
-------------------------	-----------

- Capacidad de los tanques
 Tanque de diario de aceite 0,25 m³
 Tanques de combustibles de transferencia. 4,0 m³

- Sistema auxiliar
 Sistema de 24 volt.
 Bomba de sentina manual

Personal requerido

- Un Operador
- Un Mecánico
- Dos Ayudantes

5.4.2.2 Bomba reforzadora IHC TT-35

Una bomba tipo IHC TT-35, preciso para una capacidad de bombeo adicional puede ayudar significativamente a mejorar los niveles de producción cuando se bombea a largas distancias. (Tabla 5.3)

Tabla 5.3 Bomba Tipo IHC TT-35

Tipo	TT-35
Modelo	IHC
Max. Potencia de la bomba (kW)	395
Orificio de aspiración (mm)	390
Tanques de combustibles(m ³)	1,5



Figura 5.5 bomba Tipo IHC TT-35.

5.4.3 Sistema de descarga

Una unidad de tubería de descarga con un diámetro interior de 396,9 mm:

Longitud máxima aproximada de 1300 metros de tubería flotante, basada en la aplicación de mangueras de descarga de goma y tubería HDPE con flotadores plásticos con collarín. (Tabla 5.4).

Tabla 5.4 Línea flotante

Cantidad	Ítem
100	Manguera flexible de goma (incluye 2 para la conexión a la nave, 4 para la conexión a la tierra)
60	Secciones de un tubo HDPE
150	Flotadores con collarín
1	De anclas y cables
200	Juegos de tuercas, tornillos y bridas de goma

Longitud aproximada 170 metros de tubería de tierra con accesorio de acero. (Tabla 5.4).

Tabla 5.5 Línea Flotante

Cantidad	ítem
15	Tubos de descarga HDPE
1	Codo 90°
1	Codo 60°
2	Codo 45°
1	Codo 30°
1	Válvula
1	Válvula de aireación/ des aireación
40	Juegos de tuercas, tornillos y bridas

5.4.4 Transporte del personal

Se seleccionaron camionetas de marca TOYOTA (modelo Hilux), fácil acceso al mantenimiento y repuestos del vehículo, se utilizarán un total de cuatro (04) camionetas. Como su nombre se indica estas serán destinadas para el uso del transporte del personal. (Tabla 5.6).

Tabla 5.6 Características camioneta de traslado personal.

Marca	TOYOTA
Modelo	Hilux
Motor	2.5 litros D-4D con 144 CV
Combustible	Gasolina sin plomo
Cantidad de asientos	Cinco (05)

5.4.5 Carga y acarreo

Se escogió como referencia para los cálculos el cargador frontal CAT de Ruedas 930, para su utilidad y capacidad de intercambio de herramientas, esta máquina es ideal para una amplia gama de trabajos. (Figura 5.6 y la Tabla 5.7)

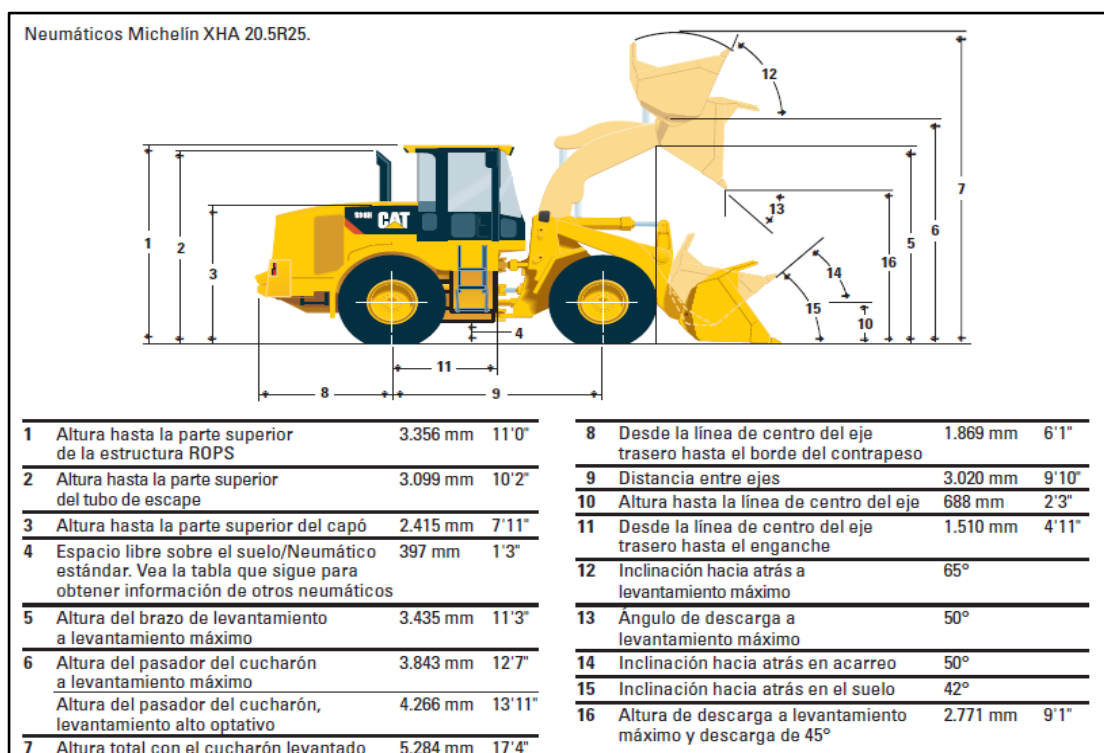


Figura 5.6 Características del cargador

Tabla 5.7 Cargador frontal CAT de Ruedas 930G.

Marca	CAT
Modelo	Cat 3056E DIT ATAAC
Motor	149 hp / 111 kW
Combustible	225 litros Gasoil
Cabina	ROPS - Normas SAE J1040 may 94 + ISO 3471-1994
Capacidad del balde	5 m ³

5.5 Diseño un plan de explotación para la extracción del mineral al mínimo tiempo y al menor costo posible.

5.5.1 Ubicación de la zona de dragado

El área de la concesión, se encuentra, ubicado en el kilómetro 28 de la autopista Nacional Leopoldo Sucre Figarella, Sector La mariquita II, Municipio

Heres del Estado Bolívar, el área de extracción de 112 hectáreas se sitúa en un tramo del río Orinoco (Caño Isla Grande).

5.5.2 Inicio y Estimación del trabajo

5.5.2.1 Días laborables para la mina

Serán laborables 240 días al año, debido a que se trabajara de lunes a viernes turnos completos y sábados medio turno, sin tomar en consideración los días domingos y feriados no laborables así como de improviso de acuerdo al siguiente cronograma tabla 5.8.

Tabla 5.8 Días no laborables

Día No Laborable	Nº DIAS
Domingos	52
Sábados	26
Vacaciones	17
1 ero de enero	1
1 ero de mayo	1
19 de abril	1
jueves y viernes santo	2
24 de junio	1
5 de julio	1
24 de julio	1
12 de octubre	1
25 de diciembre	1
Carnaval	2
Día de los difuntos	1
Imprevistos(Días de lluvias y otros)	18
TOTAL DIAS NO LABORABLES	125 días

Por lo tanto se tendrá 240 días laborables

5.5.2.2 Inicio y duración de la jornada de trabajo

Se describe un turno de trabajo de la siguiente manera:

Un turno: comprende una jornada de 8 horas de lunes a viernes a partir de las 7 am hasta las 3 pm y los sábados 7 am hasta las 12 pm, los días de semana se llevan a cabo labores de desarrollo y acondicionamiento incluso mantenimiento de equipos de producción y apoyo. Los días sábados sólo se realizara labores de mantenimientos de los equipos de producción.

a) Horas efectivas de producción por turno

Tomando en consideración aquellas demoras ajenas que de alguna u otra manera influyen en el tiempo efectivo de producción de la mina en cuestión se tiene en la tabla 5.9.

Tabla 5.9 Desarrollo de labores en una jornada de trabajo

Actividades	Hora	Demora
Ingreso a planta	07:00 am	
Cambio de ropa		12'
Revisión de equipos		20'
Inicio de operaciones	07:32 am	
Parada comida	11:50 am	
Inicio operaciones	12:35 pm	45'
Término de operaciones	02:45 pm	
Finalización del turno	03:00 pm	15'
Total demoras		92'

Como se puede observar, de las 08 horas de trabajo de un turno, tenemos un total de 1 hora con 32 minutos de demoras, lo cual, nos refleja un tiempo efectivo de trabajo (H_e) de 6 horas con 28 minutos.

El rendimiento del turno de trabajo (R_t), será por consiguiente, la relación entre las horas efectivas trabajadas y las horas formales de trabajo (H_t), por lo tanto:

$$Rt = \frac{He}{Ht} = \frac{6,47}{8} = 0,8083$$

Lo que es igual a un 80,83% de aprovechamiento del turno de trabajo.

b) Estimación de la producción.

De acuerdo con el rendimiento por hora efectiva de bombeo, tendrá una producción promedio de $375 \text{ m}^3/\text{hora}$, tomando en cuenta la eficiencia del equipo y el tiempo efectivo por jornada de trabajo tenemos.

$$\text{ProducciónReal} = (\text{rendimiento/horadebombeo}) * (\text{eficiencia}) * (\text{tiempoefectivodetrabajoporsemana})$$

$$(\text{Díasdetrabajoenunasemana}) * (\text{tiempoefectivodetrabajopordía}) = \text{tiempoefectivodetrabajoporsemana}$$

$$(5 \text{ días}) * (6,47 \text{ horas/día}) = 32,35 \text{ horas/semana}$$

$$\text{ProducciónReal} = 375 \text{ m}^3/\text{hora} * 0,80 * 32,35 \text{ horas/semana} = 9.705 \text{ m}^3/\text{semana}$$

c) Plan de producción anual

Para satisfacer la demanda del mercado nacional, de “Arena Lavada”, con fines de producir agregados finos, la draga tendrá una potencia total instalada 447 kw, logrando ubicar anualmente su capacidad de producción real de $465.840 \text{ m}^3/\text{año}$.

5.5.3 Característica material a ser dragado

El material arenoso a dragar es un material no cohesivo que no ofrece mayor resistencia al corte y esta constituido mayormente por arena finas a media. Se consultaron métodos de ensayos estándar de Normas Internacionales (ASTM) así como Normas Nacionales (COVENIN), ensayo de arena La Mariquita (Servicios y Suministros S. S & P, C. A, 2010). (figura 5.6)

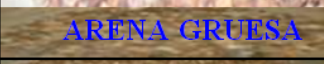
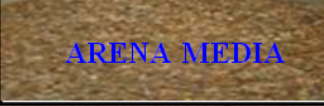
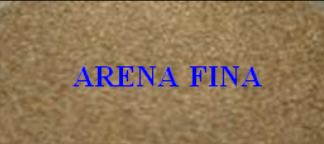
TAMIZ	TAMAÑO (mm)	RETENIDO (%)	RETENIDO ACUM (%)	PASANTE (%)	% MATERIA	CLASIFICACION
3/8"	9,5	0,0	0,0	100,0	1,0	
Nº 4	4,750	1,0	1,0	99,0		
# 8	2,360	11,3	12,4	87,6	11,3	
# 16	1,180	46,7	59,1	40,9	77,3	
# 30	0,600	30,6	89,7	10,3		
# 50	0,300	2,5	92,2	7,8	10,1	
# 100	0,150	7,0	99,1	0,9		
# 200	0,074	0,7	99,8	0,2		

Figura 5.6 Ensayo de arena La Mariquita.

5.5.4 Patio de almacenamiento

El patio de almacenamiento está ubicado a 170 metros al sur este del área solicitada, el cual posee un área de 8 hectáreas está delimitado por las coordenadas UTM que se presenta en la tabla 5.10.

Tabla 5.10 Localización del área de patio

COORDENADAS UTM DATUM REGVEN					
ÁREA: 8,00 ha					
PTO	ESTE	NORTE	PTO	ESTE	NORTE
P1	464.057,182	905.929,163	P3	464.045,918	905.482,091
P2	464.227,000	905.567,000	P4	463.876,101	905.844,254

5.5.4.1 Preparación del patio

La tabla 5.11 explica la cantidad de material a ser removido para a su vez ser usado para la construcción del terraplén, logrando en terreno firme que va hacer usado para el almacenamiento del mineral.

Tabla 5.11 Elevaciones y espesores del patio

ESTACION	ELEVACIONES(M)		ESPESORES(M)	
	TERRENO	SUBRASANTE	CORTE	TERRAPLEN
0+000.00	7,45	10,44		2,99
0+050.00	9,45	10,44		0,99
0+100.00	10,43	10,44		0,01
0+150.00	10,39	10,44		0,05
0+200.00	10,38	10,44		0,06
0+250.00	10,83	10,44	0,39	
0+300.00	11,28	10,44	0,84	
0+350.00	12,06	10,44	1,62	
0+400.00	13,16	10,44	2,72	

Equipos auxiliares para la preparación del Patio y área de acceso

Un Tractor D9G.

Una Retroexcavadora 580L.

Una Motoniveladora 120G

Un vehículo Chevrolet hilux

Cabe destacar, que los equipos de preparación serán alquilados y el material dragado va hacer transportado mediante tuberías de descarga que van del área solicitada hasta el patio de almacenamiento.

5.5.5 Permisología

Se requerirán las autorizaciones y ocupación del territorio y recursos naturales, las cuales serán:

- 1) Solicitar al Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (MPPA), Autorización de Ocupación de Territorio (AOT).
- 2) Concesión al Instituto Autónomo Minas Bolívar (IAMIB), dicho organismo entrega el titulo minero.
- 3) Afectación de Recurso, Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (MPPA), estudio de impacto ambiental.

Luego de haber realizado estas series de paso se procede a la exploración, evaluación, instalación y explotación.

5.5.6 Aspectos logísticos

La logística del proyecto incluye todo el apoyo y suministro de materiales necesarios para el funcionamiento de la draga, así como también los medios de transporte para el personal que trabajaría en el proyecto y los servicios que requieran para el mejor rendimiento del personal y equipos en general.

Suministros: para su normal funcionamiento, la draga y los equipos auxiliares requieren de combustible, grasas y lubricantes.

Servicios: en cuanto a servicios asistenciales cuenta con paramédico y una ambulancia, aproximadamente a 20 de la zona de trabajo se localiza la ciudad más cercana, donde se encuentra hospitales y clínicas que pueden prestar servicios de emergencia.

CAPÍTULO VI

EVALUACIÓN ECONÓMICA

La evaluación económica se va realizar en base a una producción de 465.840 m³/año, tomando en cuenta la variación en los costos de producción como consecuencia de la inflación del país. La proyección de los índices inflacionarios venezolanos para los años en los cuales se va desarrollar el proyecto se pueden observar en la Tabla 6.1.

Tabla 6.1 Proyección de la inflación venezolana. (Fuente: BCV)

Año	Proyección Inflacionaria (%)
2.013	29,90
2.014	28,88
2.015	26,94
2.016	27,10
2.017	25,32
2.018	24,60
2.019	23,92
2.020	23,30
2.021	22,60
2.022	24,00

6.1 Inversión inicial

6.1.1 Costos de inversión en equipos

Incluye los equipos principales y auxiliares empleados para la extracción de la arena, considerando para ello las principales características del mismo de manera tal que se pueda obtener la producción requerida.

6.1.1.1 Equipo de dragado

Señala el equipo utilizado para el dragado de la arena tal como se presentan en la tabla 6.2.

Tabla 6.2 Distribución de los costos de inversión en equipo de dragado.

Equipo de dragado			
Draga de cortador tipo IHC Beaver® 40 de aproximadamente de 447 KW de potencia	1	8.816.844,96	8.816.844,96

6.1.1.2 Equipos auxiliares

Indican los equipos que apoyan a los equipos primarios durante todo el desarrollo de la cantera en la tabla 6.3.

Tabla 6.3 Distribución de los costos de inversión en equipos auxiliares.

Cantidad	Tipo de equipo	Precio Unitario	Precio Total
1	Barco de trabajo de una sola hélice, tipo Delta DCM 1050	3.340.219,00	3.340.219,00
573	Sistema de Descarga HDPE ítem	806.500,8	806.500,8
1	Cargador frontal CAT de Ruedas 930.	1.127.700,00	1.127.700,00
1	Bomba tipo IHC TT-35	815.207,40	815.207,40
5	Vehículo Toyota Hilux	296.037,00	1.480.185,00
1	Planta eléctrica de 600KVA	80.487,77	80.487,77
1	Equipo completo para taller mecánico	800.000,00	800.000,00
1	Ambulancia	157.500,00	157.500,00
Total Equipos			7.801.299,17

6.1.2 Costos de inversión en infraestructura

Incluye los costos en obras civiles, movimientos de tierra y electrificación (tabla 6.4).

Tabla 6.4 Distribución de los costos de inversión en infraestructura.

Infraestructura	
Obras civiles	800.000,00
Movimiento de tierra	1.000.000,00
Electrificación	600.000,00
Total infraestructura (Bs)	2.400.000,00

6.1.3 Costos totales de inversión

Incluye los costos para el inicio del proyecto. (Tabla 6.5)

Tabla 6.5 Costo total de inversión.

Inversión inicial	
Equipos de dragado	8.816.844,96
Equipos auxiliares	7.801.299,17
Infraestructura	2.400.000,00
Inversión inicial total(Bs)	19.018.144,13

La inversión estimada para iniciar el funcionamiento del proyecto, es de 19.018.144,13 Bs, esto considerando los equipos principales requeridos para efectuar cada una de las labores.

6.2 Estimación de ingresos

El precio de venta por metro cúbico de la arena lavada para producir agregados finos se estima en 38,716 por metro cúbico, Gaceta Oficial número 38577, de fecha 5 de diciembre del 2006. Teniendo un costo adicional de carga y acarreo aproximadamente de 81,284, la cual el costos aproximado es de 119,99 Bs/m³. El precio aumentará debido a la inflación proyectada en el país durante el tiempo que durará el proyecto.

Los ingresos serán calculados en base a una producción anual de 465.840 m³ (Tabla 6.6) considerando la variación del precio del mineral como consecuencia de los índices inflacionarios proyectados para Venezuela durante los años que durará el proyecto.

Tabla 6.6 Ingresos por concepto de producción.

Año	Producción (m ³)	Carga y manejo (Bs)	Proyección inflacionaria (%)	Precio del Mineral en Gaceta (Bs/m ³)	Precio del mineral en venta (Bs/m ³)	Ingresos (Bs)
2.013	465.840,00	81,28	29,9	38,716	119,99	37.865.338,56
2.014	465.840,00	97,54	28,88	38,716	136,26	45.438.406,27
2.015	465.840,00	117,05	26,94	38,716	155,76	54.526.087,53
2.016	465.840,00	140,46	27,1	38,716	179,17	65.431.305,03
2.017	465.840,00	168,55	25,32	38,716	207,27	785.17.566,04
2.018	465.840,00	202,26	24,6	38,716	240,98	94.221.079,25
2.019	465.840,00	242,71	23,92	38,716	281,43	113.065.295,10
2.020	465.840,00	291,26	23,3	38,716	329,97	135.678.354,10
2.021	465.840,00	349,51	22,6	38,716	388,22	162.814.024,90
2.022	465.840,00	419,41	24	38,716	458,12	195.376.829,90

6.3 Cálculo de los costos

Se realizó la estimación de los costos en los cuales debe incurrir la empresa para la extracción y comercialización del mineral.

6.3.1 Costos de mano de obra

Régimen de trabajo: turno de 8 horas; de 7:00 a.m. a 3 p.m., de lunes a viernes y sábado medio día, con feriados no laborables. (Tabla 6.7)

Tabla 6.7 Distribución de los beneficios de mano de obra directa

Profesión	Sueldo mensual Bs/Día	Prestaciones Sociales (2 días aporte patronal)	Honorarios Profesionales (4.000,00 BsF mensuales)	SSO (9% aporte patronal)	INCE (2,5% aporte patronal)	Paro Forzoso (2,2% aporte patronal)	Ley de Política Habitacional (2% aporte patronal)	Bono Vacacional (45 días)	Utilidades (60 días)	Total de Beneficios al Día	Total de Beneficios al Mes	Total de Beneficios al Año
Gerente General	400,00	800,00	133,33	36,00	10,00	8,80	8,00	18.000,00	48.000,00	996,13	29.883,90	95.883,90
Administrador	140,00	280,00	133,33	12,60	3,50	3,08	2,80	6.300,00	16.800,00	435,31	13.059,30	36.159,30
Ing. Minas	316,67	633,34	133,33	28,50	7,92	6,97	6,33	14.250,15	38.000,40	816,39	24.491,62	76.742,17
Caporal	216,67	433,34	133,33	19,50	5,42	4,77	4,33	9.750,15	26.000,40	600,69	18.020,62	53.771,17
Jefe de patio de minas	140,00	280,00	133,33	12,60	3,50	3,08	2,80	6.300,00	16.800,00	435,31	13.059,30	36.159,30
Inspector	140,00	280,00	133,33	12,60	3,50	3,08	2,80	6.300,00	16.800,00	435,31	13.059,30	36.159,30
SIHO-A	140,00	280,00	133,33	12,60	3,50	3,08	2,80	6.300,00	16.800,00	435,31	13.059,30	36.159,30
Paramédico	140,00	280,00	133,33	12,60	3,50	3,08	2,80	6.300,00	16.800,00	435,31	13.059,30	36.159,30
Secretaria	99,10	198,20	133,33	8,92	2,48	2,18	1,98	4.459,50	11.892,00	347,09	10.412,66	26.764,16
Operador de Cargador	166,67	333,34	133,33	15,00	4,17	3,67	3,33	7.500,15	20.000,40	492,84	14.785,12	42.285,67
Operador de Barco	166,67	333,34	133,33	15,00	4,17	3,67	3,33	7.500,15	20.000,40	492,84	14.785,12	42.285,67
Operador de Draga	166,67	333,34	133,33	15,00	4,17	3,67	3,33	7.500,15	20.000,40	492,84	14.785,12	42.285,67
Vigilantes	99,10	198,20	133,33	8,92	2,48	2,18	1,98	4.459,50	11.892,00	347,09	10.412,66	26.764,16
Mecánicos	106,67	213,34	133,33	9,60	2,67	2,35	2,13	4.800,15	12.800,40	363,42	10.902,52	28.503,07
Obreros	99,10	198,20	133,33	8,92	2,48	2,18	1,98	4.459,50	11.892,00	347,09	10.412,66	26.764,16
Chofer de Ambulancia	140,00	280,00	133,33	12,60	3,50	3,08	2,80	6.300,00	16.800,00	435,31	13.059,30	36.159,30

Tabla 6.8 Distribución de los costos de mano de obra directa.

Cantidad	Profesión	Sueldo mensual Bs/mes	Sueldo Anual Bs/año	Beneficios Bs	Total anual Bs/año
1	Gerente General	12.000,00	144.000,00	95.883,90	239.883,90
1	Administrador	4.200,00	50.400,00	36.159,30	86.559,30
1	Ing. Minas	9.500,00	114.000,00	76.742,17	190.742,17
1	Caporal	6.500,00	78.000,00	53.771,17	131.771,17
1	Jefe de patio de minas	4.200,00	50.400,00	36.159,30	86.559,30
1	Inspector SIHO-A	4.200,00	50.400,00	36.159,30	86.559,30
1	Paramédico	4.200,00	50.400,00	36.159,30	86.559,30
1	Secretaria	2.973,00	35.676,00	26.764,16	62.440,16
1	Operador de Cargador	5.000,00	60.000,00	42.285,67	102.285,67
1	Operador de Barco	5.000,00	60.000,00	42.285,67	102.285,67
1	Operador de Draga	5.000,00	60.000,00	42.285,67	102.285,67
2	Vigilantes	2.973,00	35.676,00	26.764,16	124.880,32
2	Mecánico	3.200,00	38.400,00	28.503,07	133.806,14
5	Obreros	2.973,00	35.676,00	26.764,16	312.200,80
1	Chofer de Ambulancia	4.200,00	50.400,00	36.159,30	86.559,30
21	Total				1.935.378,17

6.3.2 Combustibles, lubricantes y materiales

Estos costos dependen directamente de la producción extraída de la arenera, variando de acuerdo a la inflación proyectada en Venezuela para los años en los cuales se desarrollará el proyecto.

De igual forma los costos referidos a materiales, combustibles y lubricantes de la arenera se encuentran en las tablas 6.9.

Tabla 6.9 Costo de materiales, combustibles y lubricantes

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD ANUAL	COSTO UNIT. (BS)	COSTO TOTAL (BS)
Combustibles				
Gasolina	Litro	6482	0,115	745,43
Diesel	Litro	181656	0,058	10.536,048
Lubricantes				
Aceite De Motor	Litro	11240	4,064	45.679,36
Aceite De Transmision	Litro	2764	3,75	10378,82
Aceite Hidráulico	Litro	2419	4,24	5921,712
Grasas	Kg	99	5,68	562,617
Suministro para equipos de producción				73.266,26
Artículos De Oficina	Varios			6.591,78
				29082,78
		TOTAL (BS/AÑO)		182.764,81

En la tabla 6.9 se observa el costo total de los combustibles, lubricantes y materiales, el tiene un monto de 182.764,81 Bs.

6.3.3 Depreciación

La depreciación es la distribución del costo de un activo a lo largo de la vida, se calculó aplicando el método de línea recta, para un periodo de 5 años de vida útil para los equipos y 30 años para las infraestructuras con un valor de salvamento igual a cero. Se obtuvo el costo del monto anual para el proyecto. Los valores de la depreciación calculados se encuentran en la tabla 6.10.

Tabla 6.10. Costos de la depreciación de los equipos e infraestructura.

Descripción	Precio (Bs)	Vida útil (Años)	Depreciación (Bs/año)
Equipos	16.618.144,13	5	3.323.628,83
Infraestructura	2.400.000,00	30	80.000,00
Total			3.403.628,83

6.4 Cálculo de los egresos

6.4.1 Costos variables

Se estima proporcional a la producción, se incluyen: los impuestos mineros IAMIB (4%), ventajas especiales (3%), combustibles y lubricantes, certificado de explotación (60 UT), derecho minero (6 UT), guías de circulación (0,03 UT), impuesto superficial (240 UT mensual), IVA (12%), DIBA (1%) y la Tasa Ambiental 4%.

Todo esto permite calcular el monto de dichos impuestos y tasas, (Tabla 6.11) podemos observar los costos variables, se toma en cuenta la proyección de la inflación en Venezuela.

Tabla 6.11 Costos variables.

Año	Producción (m³)	Proyección inflacionaria (%)	Precio del mineral (Bs/m³)	Ingresos (Bs)	Impuestos y Tasas (Bs)
2.013	465.840,00	29,9	119,99	37.865.338,56	10.078.383,92
2.014	465.840,00	28,88	136,26	45.438.406,27	12.117.806,1
2.015	465.840,00	26,94	155,76	54.526.087,53	14.421.169,56
2.016	465.840,00	27,1	179,17	65.431.305,03	17.184.483,75
2.017	465.840,00	25,32	207,27	785.17.566,04	20.499.731,57
2.018	465.840,00	24,6	240,98	94.221.079,25	24.477.292,47
2.019	465.840,00	23,92	281,43	113.065.295,10	29.249.621,69
2.020	465.840,00	23,3	329,97	135.678.354,10	34.975.665,47
2.021	465.840,00	22,6	388,22	162.814.024,90	41.846.159,19
2.022	465.840,00	24	458,12	195.376.829,90	50.089.985,27

6.4.2 Amortización del capital

En la tabla 6.12 se encuentran plasmados los resultados referidos al financiamiento de la inversión recibido por parte de la entidad bancaria, los parámetros del financiamiento son los siguientes:

Financiamiento (20% de la inversión) = 3.803.628,83 Bs

Interés = 12%

Años (n) = 5

Se calcula la anualidad, obteniendo como resultado que la misma tiene el siguiente valor: A = 2.551.867,69 Bs

Tabla 6.12 Amortización de capital

Año	Monto del préstamo (Bs)	Cuota Anual (Bs)	Intereses Anuales (Bs)	Capital de amortización (Bs)	Saldo (Bs)
0	19.018.144,13	0,00	0,00	0,00	19.018.144,13
1	0,00	2.551.867,69	2.278.813,21	4.830.680,90	14.187.463,23
2	0,00	2.551.867,69	1.699.985,99	4.251.853,68	9.935.609,55
3	0,00	2.551.867,69	1.190.515,65	3.742.383,35	6.193.226,20
4	0,00	2.551.867,69	742.091,63	3.293.959,33	2.899.266,87
5	0,00	2.551.867,69	347.399,18	2.899.266,87	0,00

6.4.3 Costos Fijos

Se incluyen: Mano de obra, Depreciación, Prestaciones Sociales (2 días aporte patronal), SSO (9% aporte patronal), INCE (2,5% aporte patronal), Paro Forzoso (2,2% aporte patronal), Ley de Política Habitacional (2% aporte patronal), Bono Vacacional (45 días), Utilidades (60 días), Mantenimiento Preventivo (1% ingresos),

Materiales y Suministros. Los costos fijos son considerando a la proyección inflacionaria. (Tabla 6.13)

Tabla 6.13 costos fijos

Año	Producción (m³)	Proyección inflacionaria (%)	Precio del mineral (Bs/m³)	Ingresos (Bs)	Total (Bs)
2.013	465.840,00	29,9	119,99	37.865.338,56	6.978.552,16
2.014	465.840,00	28,88	136,26	45.438.406,27	7.693.536,83
2.015	465.840,00	26,94	155,76	54.526.087,53	8.551.518,42
2.016	465.840,00	27,1	179,17	65.431.305,03	9.581.096,34
2.017	465.840,00	25,32	207,27	785.17.566,04	10.816.589,84
2.018	465.840,00	24,6	240,98	94.221.079,25	12.299.182,05
2.019	465.840,00	23,92	281,43	113.065.295,10	14.078.292,69
2.020	465.840,00	23,3	329,97	135.678.354,10	16.213.225,46
2.021	465.840,00	22,6	388,22	162.814.024,90	18.775.144,79
2.022	465.840,00	24	458,12	195.376.829,90	28.194.799,04

6.5 Análisis económico

En la tabla 6.14 se encuentran los resultados obtenidos de los indicadores económicos utilizados para la evaluación del proyecto, lo que permitirá tomar las decisiones respectivas sobre el proyecto.

Tabla 6.14 Indicadores de rentabilidad

Indicadores de rentabilidad	Valor Presente Neto (VPN)	105.114.306,03Bs.
	Tasa Mínima Atractiva de Retorno (TMAR)	30%
	Tasa Interna de Retorno (TIR)	94%

Una vez analizados los valores obtenidos de los indicadores de rentabilidad, los cuales son utilizados para la toma de decisiones en el proyecto, se concluye que el mismo es rentable, ya que la tasa interna de retorno se ubica en 94% por encima de la

tasa mínima atractiva de retorno (TMAR) con un 30% y el valor presente neto (VPN) es de 105.114.306,03 Bs, lo cual indica la viabilidad del proyecto.

6.4 Análisis de sensibilidad

Se representa el Valor Presente Neto a diferentes tasas de rentabilidad. Para los efectos del análisis económico se ha considerado los niveles de inflación correspondiente a los diez años en los cuales se evalúa el proyecto. (Figura 6.1)

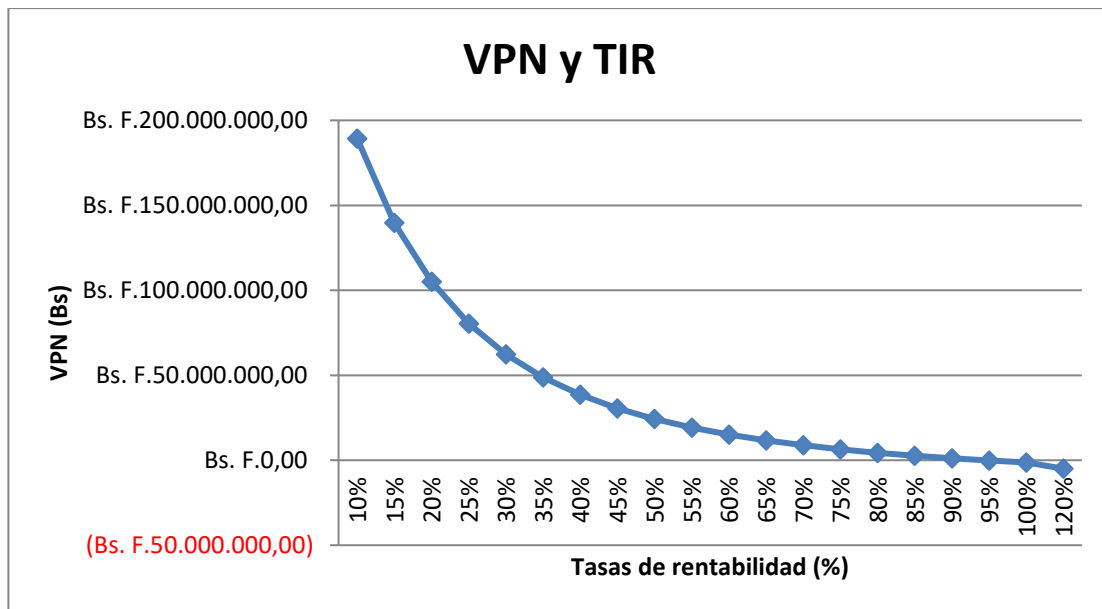


Figura 6.1 Valor Presente Neto en función de la variación de la tasa de rentabilidad

CAPÍTULO VII

EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

7.1 Evaluación de impactos

La evaluación de impactos se realizó utilizando el método de Criterios Relevantes Integrados. (Buroz, 1.994) el cual se basa en la idea de que un impacto ambiental puede ser estimado a partir de su discusión y análisis de criterios con valoración ambiental para la aplicación del método se considera que el Valor de Impacto Ambiental (VIA) generado por una acción es producto de las siguientes variables:

1. Intensidad (I): El valor numérico de la intensidad se relaciona con el índice de calidad ambiental del indicador elegido, variando entre 0 y 10.
2. Extensión (E): La escala de valoración viene dado en la tabla 7.1.

Tabla 7.1 Escala de valoración de la extensión.

Extensión	Valoración
Generalizado	10
Local	5
Muy local	2

3. Duración (D): Establece el período de tiempo durante el cual las acciones propuestas involucran cambios ambientales. Se utilizó la valoración mostrada en la tabla 7.2.

Tabla 7.2 Escala de valoración de la duración.

Duración (Años)	Plazo	Valoración
>10	Largo	10
5-10	Mediano	5
1-5	Corto	2

3. Reversibilidad (Rv): Capacidad del sistema de retornar a una situación de equilibrio similar o equivalente a la inicial. Se utilizó la valoración mostrada en la tabla 7.3.

Tabla 7.3 Escala de valoración de la duración.

Categoría	Capacidad de reversibilidad	Valoración
Irreversible	Baja o irrecuperable	
	Impacto puede ser reversible a muy largo plazo (50 años o más)	10
Parcialmente reversible	Media. Impacto reversible a largo plazo	5
Reversible	Alta. Impacto reversible a corto plazo (0 a 10 años)	2

4. Riesgo (Ri): Los VIA corresponden a la ponderación de cada criterio, así tenemos:

VIA i = Peso del criterio intensidad.

VIA e = Peso del criterio extensión.

VIA d = Peso del criterio duración.

VIA rv = peso del criterio reversibilidad.

VIA r = peso del criterio riesgo.

Los criterios de valoración para cada impacto se muestran en la tabla 7.4. La evaluación de cada variable se hace a una escala de 1 a 10 y que de forma relativa pueden ser discriminados por categorías.

Tabla 7.4 Clasificación de los criterios de valoración.

Categoría	Valor del V.I.A
Muy alta	$VIA > 8$
Alta	$6 < VIA < 8$
Moderada	$4 < VIA < 6$
Baja	$VIA < 4$

7.2 Identificación de impactos ambientales

Las actividades del proyecto tienen un posible efecto en el medio terrestre, acuático y atmosférico. Por ello se realiza una descripción detallada de todos los impactos potenciales que puedan ser generados en la fase de dragado, haciendo énfasis sobre la flora y la fauna, los suelos y el aire. Dichos impactos se clasificaron en impactos negativos e impactos positivos.

7.2.1 Impactos negativos

7.2.1.1 Manejo y disposición final de desechos: Dentro del área donde se desarrolla la actividad de extracción de arena lavada, se generan diversos tipos de desechos, trayendo consigo daños en el aire, el agua, el suelo y el paisaje.

Aceites agotados: como resultado de las operaciones de mantenimiento mecánico en cuanto a la reposición de aceites de motor e hidráulicos se producen desechos líquidos de carácter peligrosos, los cuales son dispuestos temporalmente en tambores para su posterior recolección.

Materiales excedentes reciclables: Este tipo de material de desecho en particular, se originan por el cambio y reposición de piezas y repuestos mecánicos, láminas y perfiles de hierro deteriorados o en desuso y en general material ferroso. Estos materiales son debidamente recolectados y posteriormente vendidos a las empresas recuperadoras de metal de la zona.

Emisiones de fuentes móviles: La utilización de maquinarias y equipos da lugar a la emisión de CO₂ a la atmósfera como producto de la combustión. En este sentido, la empresa desarrolla un plan de mantenimiento mecánico para calibrar y limpiar inyectores, cambio de filtros, reparación de motores, con lo cual se propicia una combustión más completa.

De acuerdo a Jonh B. Herbich, (1992) los posibles impactos negativos generados durante y después del dragado y descarga del material dragado sobre los peces y otros organismos vivos son:

- Migración de peces
- Cambios en la demanda de oxígeno
- Recolonización de las áreas afectadas por especies oportunistas que se adaptan a las nuevas condiciones
- Interferencia con los procesos respiratorios de los peces
- Interferencia con los procesos migratorios de los peces, por efecto de la turbidez generada durante y después de dragado y la descarga de material
- Destrucción de hábitat acuáticos
- Cobertura de la vegetación
- Ingestión y acumulación de contaminantes como pesticidas y metales pesados por parte de la biota.

7.2.2 Impactos positivos

- Generación de veinte (20) empleos directos y un estimado de treinta seis (40) empleos indirectos.
- Creación de una cadena de microempresas que se encargarían de dar valor agregado a la materia prima.
- El dragado del río Orinoco disminuirá la acumulación de arena.
- Se evitara el crecimiento de las barras de arenas depositadas en el río Orinoco y a su vez se mejorara la navegación fluvial del mismo río.

7.2.3 Evaluación de los impactos identificados

7.2.3.1 Efectos sobre el suelo: Los daños al suelo se producirán en áreas como lo son las destinadas a los patios de acumulación del material. Además de los daños causados por el tránsito de los vehículos y demás maquinarias. Los criterios de valoración son mostrados en tabla 7.5.

Tabla 7.5 Criterios de evaluación ambiental para los efectos sobre el suelo.

Criterios de Evaluación	Puntaje	Clasificación	Características
Intensidad	4	Media	Se puede considerar de intensidad media
Extensión	2	Puntual	Esta restringida al área de operaciones.
Duración	5	Media	Su permanencia está asociada a la vida del proyecto
Reversibilidad	2	Reversible	Se considera reversible
Riesgo	5	Media	Mayor riesgo al inicio del proyecto.
VIA			(3,6) baja

7.2.3.2 Contaminación del aire por emisión de partículas de polvo: La manifestación de partículas de polvo a la atmósfera en el proyecto se forma por el

transporte de material (Tabla 7.6). Las secuelas del polvo son muchas, en primer lugar es motivo de molestias a las personas por la disminución de la calidad del aire respirable que puede llegar a ser causa de enfermedades.

Tabla 7.6 Criterios de evaluación ambiental para emisión de partículas de polvo.

Criterios de Evaluación	Puntaje	Clasificación	Características
Intensidad	1	Baja	Nivel poco significativo
Extensión	3	Local	Presencia solo en el área de la cantera
Duración	5	Media	Se asocia a la duración del proyecto
Reversibilidad	2	Reversible	Se puede recuperar la calidad del aire
Riesgo	4	Moderada	Es de naturaleza discontinua
VIA			3,0 (bajo)

7.2.3.3 Contaminación por gases: Los gases que se generan se originarán fundamentalmente de los vehículos, maquinarias y equipos, que se utilizarán en las labores en el área de trabajo. (Tabla 7.7)

Tabla 7.7 Criterios de evaluación ambiental para emisión de gases tóxicos

Criterios de Evaluación	Puntaje	Clasificación	Características
Intensidad	5	Media	Prevalecerán las fuentes móviles de combustión interna durante la explotación
Extensión	2	Puntual	Solo afectan el área donde estén trabajando las maquinarias.
Duración	3	Baja	Debido a que los gases se dispersan, es de carácter temporal.
Reversibilidad	2	Reversible	Pasa al concluir las operaciones
Riesgo	6	Alto	Siempre hay mucho riesgo ya que se operan directamente las maquinarias
VIA			3,6 (moderado)

7.2.3.4 Efectos sobre la fauna: La fauna se verá perturbada, produciéndose alejamiento debido a los ruidos, movimiento de vehículos y maquinarias, así como a la presencia humana. (Tabla 7.8)

Tabla 7.8 Criterios de evaluación ambiental para los efectos sobre la fauna.

Criterios de Evaluación	Puntaje	Clasificación	Características
Intensidad	2	Baja	Las especies de la zona pueden adaptarse o desplazarse a otros lugares
Extensión	2	Puntual	Se encuentran en sitios cercanos a la cantera
Duración	5	Mediano	Está asociado a la vida del proyecto
Reversibilidad	2	Reversible	Al cesar las labores del proyecto se elimina el impacto
Riesgo	3	Bajo	Algunas especies se adaptan a las condiciones laborales del proyecto y otras emigran
VIA			2,8 (baja)

7.2.3.5 Efectos sobre el paisaje: En el área del proyecto no se han registrado monumentos nacionales, sin embargo se debe reconocer que el desarrollo de la cantera producirá cambios del terreno, que de hecho se traducen en modificaciones del paisaje. (Tabla 7.9).

Tabla 7.9 Criterios de evaluación ambiental para los efectos del paisaje.

Criterios de Evaluación	Puntaje	Clasificación	Características
Intensidad	8	Alta	Se considera alta debido a que se producirán modificaciones.
Extensión	2	Puntual	Se restringe al área de la cantera
Duración	4	Larga	Se considera de larga duración
Reversibilidad	4	Irreversible	Se considera irreversible aun cuando hay planes de recuperación
Riesgo	4	Mediano	Está asociado a los volúmenes de material que serán extraídos.
VIA			4,4 (moderada)

7.2.3.6 Efectos sobre el agua: El agua se verá afectada por la (turbiedad de partículas solidas, acidificación derivada de la oxidación e hidratación de elementos piriticos, precipitación química de compuestos de hierro, etc.) producido por el trafico de volquetes y maquinaria pesada, del bombeo y la descarga de efluentes, y de la implantación de viales e infraestructuras (impactos temporales y moderados) (Tabla 7.10).

Tabla 7.10 Criterios de evaluación ambiental para Efectos sobre el agua.

Criterios de Evaluación	Puntaje	Clasificación	Características
Intensidad	3	Bajo	Es considerado bajo debido a que el impacto causado por maquinarias pesadas es temporal
Extensión	2	Puntual	Se percibe solo en el área de trabajo
Duración	>10	Largo	Se asocia a la duración del proyecto
Reversibilidad	2	Reversible	Al dejar de operar la maquinaria, cesa el efecto
Riesgo	6	Moderado	Se considera de moderado riesgo para las especies u otros debido a las medidas tomadas por la empresa
VIA			(4,6) moderado

7.2.3.6 Efecto sobre el personal: El personal que labora en la arenera estará expuesto a accidentes, al contacto con animales y contraer enfermedades profesionales, aunque se tiene previsto tomar medidas preventivas. Además el desarrollo del proyecto generara fuentes de empleo de carácter permanente en las labores de la cantera y otros indirectos por la demanda de algunos servicios, lo que se refleja en el bienestar social y mejoría en la calidad de vida de los empleados y sus familiares. La evaluación se encuentra desglosada en las tablas 7.11 y 7.12.

Tabla 7.11 Criterios de evaluación ambiental para los efectos sobre el personal.

Criterios de Evaluación	Puntaje	Clasificación	Características
Intensidad	4	Media	Se presentan diferentes riesgos
Extensión	2	Puntual	Solo es afectado el personal que labora en la cantera
Duración	4	Mediana	Puede estar asociada a la vida del proyecto
Reversibilidad	4	Mediana	Se consideran medianas por las medidas preventivas del proyecto
Riesgo	2	bajo	Se considera bajo, por las medidas de higiene y seguridad industrial.
VIA			3,2 (bajo)

Tabla 7.12 Criterios de evaluación ambiental del impacto sobre el medio socio-económico.

Criterios de Evaluación	Puntaje	Clasificación	Característica
Intensidad	4	Media	Se considera de carácter medio
Extensión	3	Puntual	Se considera de de carácter local, puesto que se restringe al Municipio Heres.
Duración	4	Mediana	Se considera mediano, por estar asociado a la vida de la cantera.
Reversibilidad	3	Reversibilidad	Al cesar las operaciones cesa el efecto, por lo tanto es reversible.
Riesgo	8	Alta	Se considera alto, puesto que se generaran fuentes de empleo.
VIA			4,4 (moderado)

La generación de fuentes de empleo repercute directamente en la adquisición de bienes y servicios, así como el mejoramiento de la actividad comercial. La adquisición de insumos por parte de la empresa, la adquisición de vehículos, repuestos, y sistemas de seguridad social (empleados), etc.

7.3 Medidas preventivas, mitigantes y de control

- Evitar incendios forestales.
- Evitar deforestación y movimientos de tierra innecesarios.
- Ejecución de Plan de Recuperación del Área.
- Uso de sistema colectores de aceites y grasa.
- Mantenimiento preventivo de maquinarias y equipos.
- Utilización de equipos de protección personal.
- Establecer o registrar los posibles cambios en los niveles de contaminación del agua por la suspensión de partículas sólidas.
- Evitar el vertido de combustible, aceite y grasas en el agua.
- Recolección en envases adecuados los residuos de aceites, grasas y combustibles.
- Protección del suelo contra los efectos erosivos por efecto del agua.
- Controlar la pesca indiscriminada.
- Dotar al personal de equipos de seguridad e higiene industrial.
- Adiestramiento del personal en el uso de equipos y maquinarias.
- Evitar el transporte del personal en embarcaciones no acondicionados.

Tabla 7.13 Resumen de valoración de impactos.

Impacto ambiental	Criterios						Jerarquización
	I	E	D	Re	Ri	VIA	
Contaminación del suelo	4	2	5	2	5	3,60	Baja
Contaminación por partículas de polvo	1	3	5	2	4	3,00	Baja
Contaminación por gases	5	2	3	2	6	3,6	Moderada
Contaminación del agua	3	2	4	2	6	3,6	Baja
Molestias a la fauna	2	2	5	2	3	2,8	Baja
Daños a la salud	4	2	4	4	2	3,2	Baja
Disminución de calidad del paisaje	8	2	4	4	4	4,4	Moderada
Generación de empleos y mejoramiento del nivel de vida	4	3	4	3	8	4,4	Moderada

Donde:

- 1) I = Intensidad
- 2) E = Extensión
- 3) D = Duración
- 4) Re = Reversibilidad
- 5) Ri = Riesgo
- 6) VIA = Valor de Impacto Ambiental

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Se estimaron reservas probadas de 17.968.377,4 del mineral no metálico arena lavada en el lecho del río Orinoco (Caño Isla Grande), permiten diseñar un plan de explotación, mediante el empleo de una tecnología relativamente sencilla que se basa en el dragado del material y subsiguiente transporte hasta el patio de almacenamiento, donde se forman pilas del referido mineral
2. Se estimó una vida útil de 13 años con una producción anual de 465.840 m³.
3. Se determinó la cantidad necesaria de equipos para realizar labores de extracción de arena lavada, para la cual se empleará una draga de succión con cortador o draga de cortador tipo IHC Beaver®, un (1) barco de trabajo de una sola hélice, y para las labores auxiliares, un tractor D9G, una retroexcavadora 580L y una motoniveladora 120G.
4. El proyecto es rentable, lo cual se ve reflejado en los resultados que arrojo el análisis de los valores de los indicadores de rentabilidad, que son utilizados para la toma de decisiones en el proyecto, la Tasa Interna de Retorno (TIR) se ubica en % muy por encima de la Tasa Mínima Atractiva de Retorno (TMAR) que es de 30 % y el Valor Presente Neto (VPN) es de 105.114.306,03Bs, también muy superior a cero (0), el cual es el valor mínimo aceptable.
5. La evaluación de los impactos ambientales provee información para llevar a cabo la aplicación del proyecto donde no tengan impactos severos las acciones del

mismo, guiando cada paso de las operaciones realizadas para no producir impactos irreversibles al medio ambiente.

Recomendaciones

1. En vista de que por los resultados obtenidos, el proyecto es viable económicamente, es importante realizar un estudio más detallado del área solicitado del sector La Mariquita II municipio Heres del Estado Bolívar, para determinar las dimensiones reales del yacimiento y calcular las reservas probadas.
2. Realizar un estudio de mercado para ampliar la productividad del proyecto.
3. Realizar un levantamiento poblacional de la zona, en función de tomar las medidas de seguridad pertinentes para proteger a la población y caseríos cercanos al yacimiento donde se desarrollara la explotación.
4. Realizar un levantamiento topográfico para poder tomar la mejor decisión en cuanto a la ubicación de la vía de acceso hacia la autopista Puerto Ordaz-Ciudad Bolívar.
5. Determinar a través de un estudio de factibilidad la posibilidad del transporte del producto explotado en el yacimiento por vía fluvial.

REFERENCIAS

Astex (2.010), **PLAN AMBIENTAL**, (27-09-12), disponible en: http://www.astex.cl/site/files/plan_ambiental.pdf.

Balestrini, M. (2.006). **COMO SE ELABORA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**. Caracas, Venezuela. pp 7-20, 83-85.

Caterpillar. (2.007), **MANUAL DE CATERPILLAR**, (27-02-12), disponible en: [caterpillar%20-%20equipos.htm](http://caterpillar.com/2012/02/equipos.htm).

Corporación Venezolana de Guayana (C.V.G.) **TECMIN C.A.** (1.991). **DEFINICIONES DE PATRONES DE INTERPRETACIÓN DE UNIDADES LITOLÓGICAS**. Ciudad Bolívar. Pp. 20-100.

Chacón, E. (1.997). **TÉCNICAS DE OPERACIÓN DE MINERÍA DE SUPERFICIE**. Volumen I y II. Trabajo de Ascenso. Escuela de Ciencias de la Tierra. Universidad de Oriente, Ciudad Bolívar. Pp 85-97; 115-130.

Diccionario Geológico, (1.972). **DICCIONARIO DEL LENGUAJE GEOLÓGICO**. Editorial LAROUSSE. Pp 32, 35.

Huaypar Catalina y Medina Hugo. (2.004), **IMPACTOS AMBIENTALES EN LAS OPERACIONES MINERAS**, (19-08-11), disponible en: http://geco.mineroartesanal.com/tiki-download_wiki_attachment.php?attId=658

Mendoza, V. (2.005). **GEOLOGÍA DE VENEZUELA** (Tomo I: Escudo de Guayana), UDO, Escuela de Ciencias de la Tierra., Ciudad Bolívar – Venezuela. pp 100 – 200.

Noya, C. (2.009). **FACTIBILIDAD TECNICA DE EXPLOTACION DE ARENA LAVADA DEL LECHO DEL CANAL DE NAVEGACION EN EL SECTOR SAN FELIX, RIO ORINOCO CON PROPISITO DE CONSTRUCCION, ESTADO BOLIVAR, VENEZUELA**. Trabajo de Grado. Universidad de Oriente, Ciudad Bolívar.

Ozio, B. (2.005). **EVALUACIÓN AMBIENTAL**. Guías de estudio inéditas.
Pp 1-7.

Popoff, C. (1.966).**COMPUTING RESERVE OF MINERAL DEPOSITS
PRINCIPALES AND CONVENTIONAL METHODS USA**.Pp 54-58.

Wikipedia. (2.010) **IMPACTO AMBIENTAL**, (27-09-12), disponible en:
[http://es.wikipedia.org/wiki/Impacto ambiental](http://es.wikipedia.org/wiki/Impacto_ambiental).

ANEXOS

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

Título	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO- ECONÓMICO Y AMBIENTAL DE “ARENA LAVADA”, EN UN TRAMO DEL RÍO ORINOCO (CAÑO ISLA GRANDE), SECTOR LA MARIQUITA II, MUNICIPIO HERES, ESTADO BOLÍVAR.
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
<i>AGELVIZ O., JOSÉ M.,</i>	CVLAC	20.303.566
	e-mail	<i>Jmao_15@hotmail.com</i>
	e-mail	
<i>PEREZ S., FRANCISCO J.,</i>	CVLAC	19.656.127
	e-mail	<i>neurilys116@hotmail.com</i>
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Palabras o frases claves:

<i>Arena Lavada</i>
<i>Cantera</i>
<i>GLOBAL MAPPER V-12</i>
<i>AUTOCAD 2011.</i>
<i>dragado</i>

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
<i>Departamento de Ingeniería de Minas</i>	<i>Ingeniería de Minas</i>

Resumen (abstract):

La zona de estudio se encuentra al Norte del estado Bolívar, municipio Heres, sector La Mariquita II, en el fundo Los Teteritos, Km 28 de la autopista Puerto Ordaz-Ciudad Bolívar el cual ocupa una extensión de 120,00 Ha., y tiene como objeto realizar el estudio de factibilidad técnica-económica y ambiental para la extracción de arena lavada en un tramo del Rio Orinoco; por el cual se utilizó una metodología de tipo descriptiva y de campo, que enmarca en su totalidad el desarrollo minero. Las diferentes actividades que engloban la metodología, comprenden: Compilación de información, descripción del medio físico – natural del área de estudio, determinación de las reservas y vida de la mina, selección del método de explotación, selección del equipo de arranque, carga y acarreo, evaluación económica, evaluación ambiental y finalmente el análisis e interpretación de datos. La densidad de la arena del sector es de 1,8 TN/m³. Los bancos de arena alcanzan los 7,509 metro de espesor y se cuenta un volumen potencialmente aprovechable de 9.982.431,89 m³. Se estimaron reservas probadas de 17.968.377,4 de toneladas para una vida útil de 13 años. Anualmente se producirá un aproximado de 465.840 m³ de arena lavada. Los equipos principales y auxiliares que se van a utilizar son; una draga de cortador tipo IHC Beaver® 40 de aproximadamente de 447 KW y un barco de trabajo de una sola hélice, tipo Delta DCM 1050 Desde el punto de vista económico-financiero, se obtuvieron resultados Tasa Interna de Retorno (TIR) se ubica en 94%, Tasa Mínima Atractiva de Retorno (TMAR) que es de 30 % y el Valor Presente Neto (VPN) es de 105.114.306,03 Bs. El nivel de afectación ambiental de mayor grado se presentará en el paisaje y en el agua por la contaminación y la generación de ciertos desechos que afectarán la calidad de la misma.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
<i>Prof. Fernández Jesús</i>	ROL	CA ☐ AS ☐ TU ☒ JU ☐
	CVLAC	5.554.647
	e-mail	Jesusfernandez30@hotmail.com
	e-mail	
<i>Prof. Osío Bezeida</i>	ROL	CA ☐ AS ☐ TU ☐ JU ☒
	CVLAC	7.253.131
	e-mail	bezeida@hotmail.com
	e-mail	
<i>Dafnis Echeverria</i>	ROL	CA ☐ AS ☐ TU ☐ JU ☒
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	ROL	CA ☐ AS ☐ TU ☐ JU ☐
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2013	12	11

Lenguaje: spa

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6

Archivo(s):

Nombre de archivo
<i>Plan de explotación de arena lavada.doc</i>

Alcance:

Espacial: Río Orinoco (Caño Isla Grande).

Temporal: _____

Título o Grado asociado con el trabajo:

Ingenieros de Minas

Nivel Asociado con el Trabajo: Pregrado

Área de Estudio:

Departamento de Ingeniería de Minas

Otra(s) Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:

Universidad De Oriente

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CU N° 0975

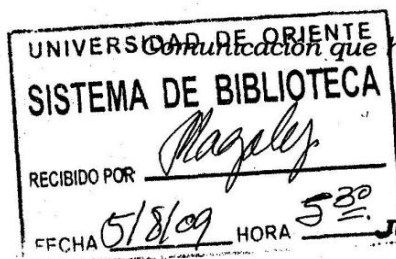
Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.



Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

JUAN A. BOLANOS CURVELO
Secretario



C.C.: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/maruja

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 6/6

Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009) : "Los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización."

AUTOR 1

AUTOR 2

TUTOR

