

## CAPITULO I

### 1. INTRODUCCION

Los áridos son sin duda la materia básica para el desarrollo de las regiones, los habitantes a nivel mundial no son conscientes de que son un almacén para el desarrollo, las actividades realizadas por el hombre que hacen referencia al uso y manejo de los recursos naturales con el fin de transformar, convertir o modificar los mismos hacia otras actividades de producción, que generan impactos positivos y negativos al medio natural; también, al medio físico, biológico, antrópico y tecnológico usado por el hombre, tienen incidencia directa o indirecta hacia las actividades de extracción mencionadas.

La identificación de los impactos ambientales en la extracción de áridos en la comunidad de Saladito Norte Río Salado busca considerar todos los factores mencionados anteriormente, sobre todo en lo que respecta al impacto ambiental además de considerar todos los aspectos técnicos, legales y administrativos que logren congeniar el uso y manejo sustentable de los recursos naturales que engloba la extracción de áridos.

**Figura 1 RIO SALADO – COMUNIDAD SALADITO NORTE**



Fuente: Elaboración propia

Todos los recursos naturales que se encuentran en un determinado territorio, deben ser utilizados y manejados por la generación presente sin arriesgar su uso para las futuras generaciones, y esto solamente se obtendrá mediante el manejo correcto y la consideración de alternativas viables de uso y manejo, en donde se encuentra el proyecto en cuestión.

El estudio estuvo centrado en la provincia O´CONNOR del departamento de Tarija, específicamente en la Comunidad de Saladito Norte Río Salado, donde en la actualidad existen dos empresas extractoras de áridos que realizan la explotación, y a las que fueron estudiadas en el desarrollo del presente trabajo.

La explotación y aprovechamiento de áridos se ha convertido en una actividad en crecimiento debido al incremento de construcciones y a la facilidad con la que los concesionarios han realizado su explotación sin ningún o con poco control de las instancias pertinentes y sin ninguna intervención municipal, esto ha derivado en problemas para el municipio, los mismos que a la fecha subsisten. (MMAyA, 2015)

## **2. ANTECEDENTES**

Estados Unidos es el país que recoge de forma pionera en su legislación la obligación de las evaluaciones de impacto ambiental en el año de 1969; Canadá en el año de 1973 también establece realizar la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA); en el año de 1990, Canadá incluye el requerimiento de evaluar políticas y los programas sin limitarse únicamente a los proyectos. La Unión europea (1985) necesito once años y algunos borradores para llegar a una directiva, dejando de lado algunos temas importantes como el incluir la justificación del rechazo de otras alternativas diferentes a la finalmente seleccionada.

La directiva se ha reformulado enfatizando en la introducción de políticas, planes y programas para los proyectos de grandes infraestructuras, categorización de los proyectos y como deben ser analizados.

En América Latina, el proceso de institucionalización de la Evaluación de Impactos Ambientales respondió inicialmente a satisfacer los requisitos exigidos para

conceder créditos por parte de organismos financieros internacionales como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) o el Banco Mundial.

Colombia fue pionera en incorporar la evaluación de impacto ambiental en su Código de Recursos Naturales (1973), le siguió México (1978), Brasil (1988), Venezuela (1992), Bolivia (1992), Paraguay (1993), Chile (1993), Honduras (1993) y Uruguay (1994). El resto de países de América, cuentan con resoluciones, acuerdos o normas que abordan la necesidad de tomar en cuenta los aspectos ambientales con relación a hidrocarburos, conservación de la fauna silvestre, actividad minera o residuos peligrosos.

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente Humano en Estocolmo y la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo en Río de Janeiro, realizadas en 1972 y 1992, contribuyeron a incrementar la conciencia ambiental y a formar nuevas visiones sobre el medio ambiente, dieron lugar a convenios multilaterales y acuerdos no jurídicamente vinculantes.

La utilización de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) como instrumento preventivo para el control ambiental de proyectos comienza a cobrar auge a partir de los acuerdos internacionales, por la influencia de los avances en la legislación ambiental de Norteamérica y debido a la preocupación de la Comunidad Internacional en problemas ambientales globales. Este interés se extiende a organismos internacionales como el Programa de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (PNUMA), Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), la Organización Mundial de la Salud (OMS), y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo (OCDE).

En fecha 27 de abril de 1992, se promulga la Ley 1333 del Medio Ambiente, de orden público, interés social económico y cultural, tiene por objeto la protección y conservación del medio ambiente y los recursos naturales regulando las acciones del hombre con relación a la naturaleza y promoviendo el desarrollo sostenible con la finalidad de mejorar la calidad de vida. (Ing. Msc. Juan Carlos Mendoza M, 2011)

El 8 de diciembre de 1995, se promulgan los reglamentos de la Ley 1333, del medio ambiente, a saber: General de Gestión Ambiental, de Prevención y Control Ambiental, en Materia de Contaminación Atmosférica, en materia de Contaminación Hídrica para Actividades con sustancias Peligrosas y de Gestión de Residuos Sólidos. (Ing. Msc. Juan Carlos Mendoza M, 2011)

### **3. JUSTIFICACION**

En los últimos años se ha dado un incremento en la extracción de áridos en los ríos del departamento de Tarija para infraestructuras, sector construcción etc.

En la provincia O'Connor la explotación de áridos utilizada para diferentes fines, se ha venido incrementando en los últimos años, provocando impactos ambientales en las áreas de influencia, a consecuencia de una mala explotación.

Debido al incremento de la demanda en la industria de la construcción tanto en la comunidad como en el departamento en los últimos años para el caso en estudio de la Comunidad de Saladito Norte – Río Salado; Provincia O'Connor del departamento de Tarija; es que el presente proyecto de investigación tiene el fin de identificar los impactos que se han tenido en el río Salado, debido a la extracción no controlada de áridos, además de proponer medidas de mitigación.

La ley 1777 del código minero diferencia dos materiales, los metálicos y los no metálicos. Los metálicos son el oro, hierro, níquel y cromo, entre otros, y los no metálicos son las calizas, las arcillas, las piedras y la arena que están en el río.

Según la normativa, las actividades de extracción de áridos, en concesiones mineras ubicadas en cursos de ríos y afluentes, se regirán por las disposiciones del Reglamento Ambiental para Aprovechamiento de Áridos en Cursos de Ríos y Afluentes, Ley N° 3425 de 20 de junio de 2006.

### **4. DESCRIPCION DEL PROBLEMA**

La extracción de los áridos del río Salado en la zona de la Comunidad de Saladito Norte, perteneciente a la Provincia O'Connor del departamento de Tarija no cuenta

con un estudio sobre la identificación de los Impactos, ya que dicha extracción en algunos casos indiscriminada ha ocasionado daños al medio ambiente de la región.

## **5. OBJETIVOS**

### **A) OBJETIVO GENERAL**

- Identificar los impactos ambientales, y proponer medidas en la extracción de áridos en la comunidad de Saladito norte – río Salado, provincia O'Connor del departamento de Tarija.

### **B) OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Determinar los impactos en la extracción de áridos que existe actualmente en la comunidad de Saladito Norte – Río Salado, provincia O'Connor del departamento de Tarija.
- Proponer medidas de mitigación al aprovechamiento de áridos en el río Salado.
- Clasificar el cuerpo de agua, despues de la extraccion de aridos, mediante los analisis de las muestras en laboratorio.

## **6. PLANTEAMIENTO DE LA HIPOTESIS**

La propuesta de medidas de mitigacion ambiental, para el aprovechamiento de aridos, permitira la posible reduccion de los impactos ambientales en la Comunidad de Saladito Norte – Rio Salado perteneciente a la Provincia O'Connor.

## **CAPÍTULO II**

### **2.0 REVISION BIBLIOGRÁFICA**

#### **2.1 MARCO CONCEPTUAL**

#### **2.2 IMPACTO AMBIENTAL**

Por impacto ambiental se entiende el efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos. El concepto puede extenderse, con poca utilidad, a los efectos de un fenómeno natural. Las acciones humanas, motivadas por la consecución de diversos fines, provocan efectos colaterales sobre el medio natural o social. Mientras los efectos perseguidos suelen ser positivos, al menos para quienes promueven la actuación, los efectos secundarios pueden ser positivos y, más a menudo, negativos. La evaluación de impacto ambiental (EIA) es el análisis de las consecuencias predecibles de la acción; y la declaración de impacto ambiental es la comunicación previa, que las leyes ambientales exigen bajo ciertos supuestos, de las consecuencias ambientales predichas por la evaluación. (Vicente, 2003)

#### **2.3. DEFINICIÓN DE LOS ÁRIDOS**

Los áridos, tal y como se han definido, son conjuntos de granos rocosos de muy diversos tamaños que, en su uso normal, pueden estar comprendidos entre el polvo casi impalpable, de 60 micras de diámetro, y los fragmentos mayores, cuya dimensión máxima puede alcanzar varios metros. (Arredondo F. E.JL. FJ. GC. , 2010)

En el ámbito de la industria de la construcción y de la obra civil se denomina comúnmente árido a una roca que, tras un proceso de tratamiento industrial (simple clasificación por tamaños en el caso de los áridos naturales, o trituración, molienda y clasificación en el caso de los áridos de machaqueo), se emplean en la industria de la construcción en múltiples aplicaciones, que van desde la elaboración, junto con un material ligante (Cemento portland, cales hidráulicas, yesos, alquitrán, etc.), de hormigones, morteros y aglomerados asfálticos, hasta la construcción de bases y sub-bases para carreteras, balastos y sub-balastos para las vías de ferrocarril, o

escolleras para la defensa y construcción de puertos marítimos. Es un material granular (pequeños trozos de roca) que, en la mayoría de los casos, ha de tener una distribución granulométrica adecuada. (EBENSPERGER M., 2004)

En contraste con estas definiciones escuetas y genéricas, existen otras que tratan de desarrollar de forma más detallada tanto su origen como las aplicaciones. Así, López Jimeno (1994) establece que áridos son "los materiales minerales, sólidos inertes, que con las granulometrías adecuadas se utilizan para la fabricación de productos artificiales resistentes, mediante su mezcla íntima con materiales aglomerantes de activación hidráulica (cales, cementos, etc.) o con ligantes bituminosos" y el Instituto Geológico Minero de España (IGME), en la publicación Panorama Minero, define los áridos como "una serie de rocas que, tras un proceso de tratamiento industrial (simple clasificación por tamaños en el caso de los áridos naturales, o trituración, molienda y clasificación en el caso de los áridos de machaqueo), se emplean en la industria de la construcción en múltiples aplicaciones, que van desde la elaboración, junto con un material ligante, de hormigones, morteros y aglomerados asfálticos, hasta la construcción de bases y sub bases para carreteras, balasto y sub balasto para las vías de ferrocarril, o escolleras para la defensa y construcción de puertos marítimos". (Arredondo F. E.JL. FJ. GC. , 2010)

En la mayor parte de las aplicaciones industriales, el empleo del árido se justifica en razón a su comportamiento estable, así como a su resistencia mecánica frente a cargas y vibraciones. No se deben considerar como áridos, por lo tanto, aquellas sustancias minerales utilizadas como cargas en diversos procesos industriales por sus características físico-químicas, que afectan sustancialmente al producto obtenido y a sus especificaciones (por ejemplo, calizas para cargas en la industria del papel), ni aquellas otras cuyo empleo en procesos industriales no tiene que ver con su estabilidad e inercia química o con su resistencia mecánica, sino con la aportación al proceso de unos determinados elementos químicos que hacen posible la elaboración del producto (caso de las calizas para cementos o para cales, arenas silíceas para fabricación de vidrio, etc.) (Arredondo F. E.JL. FJ. GC. , 2010)

## **2.4. PROPIEDADES GEOMÉTRICAS, MECÁNICAS, FÍSICAS, CARACTERÍSTICAS DE LOS ÁRIDOS.**

Dependiendo de la aplicación a la que se destinaran, los áridos deberán reunir distintas características, estas características están asociadas a la naturaleza petrográfica y al proceso utilizado para la producción, entre las que podríamos destacar:

Las propiedades geométricas: forma de las partículas, tamaño, calidad de los finos, caras de la fractura.

Las propiedades de alteración y térmicas: la resistencia a los ciclos de deshielo y a las heladas. Las propiedades químicas: cuál es el contenido de azufre, de cloruro, de materia orgánica, reactividad potencial y contaminantes ligeros. (Salinas Leonor Inés, 2011)

Las plantas de tratamiento de los áridos actualmente cuentan con avanzados sistemas tecnológicos que facilitan el control de calidad de este producto.

Como el equipo de tamizado que sirve para seleccionar el tamaño de los áridos.

Las propiedades mecánicas y físicas: la resistencia a la fragmentación, la resistencia al pulimento, la resistencia al desgaste como ejemplo podemos citar la resistencia para que los coches no se deslicen en la carretera y por último la porosidad, densidad y contenido de agua.

Al emplear los áridos en obras de ingeniería, tal es el caso de concretos hidráulicos, la resistencia de éstas, se relaciona directamente con la resistencia del agregado, resistencia estrechamente relacionada con la estructura de los granos de la partícula, o con el proceso de trituración y explotación; algunos procedimientos inadecuados induce previamente fallas en las partículas. Se han desarrollado algunas pruebas para determinar la resistencia del agregado a la trituración, que permiten dar una idea acerca del comportamiento del agregado en el concreto. (Vicente, 2003)

**Tabla 1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE Y MÓDULO DE ELASTICIDAD DE ALGUNAS ROCAS**

<b>ROCA</b>	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION <math>\text{kgf/cm}^2</math></b>	<b>MÓDULO DE ELASTICIDAD <math>\text{kgf/cm}^2 \times 10^5</math></b>
GABRO	150 - 300	6 - 11
GRANITO	70 - 250	3 - 7
BASALTO	100 - 300	2 - 10
DIABASA	60 - 130	3 - 9
DOLOMITA	150 - 250	2 - 8,4
CALIZA	10 - 70	1 - 8,0
ARENISCA	20	0,5 - 8,6
LUTITA	20 - 90	0,8 - 3,0
GNESIS	40 - 70	2 - 6
MÁRMOL	50 - 80	6 - 9
CUARCITA	30 - 50	2,5 - 10
ESQUISTOS	70 - 200	4 - 7

Fuente: Espinoza, 2001

Según su resistencia a la compresión simple, la roca se puede clasificar en:

**Tabla 2 RESISTENCIA**

<b>DESCRIPCION</b>	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE (<math>\text{kgf/cm}^2</math>)</b>

RESISTENCIA MUY ALTA	>2250
RESISTENCIA ALTA	1120 -2250
RESISTENCIA MEDIA	560 – 1120
REISITENCIA BAJA	280 – 560
RESISTENCIA MUY BAJA	<280

Fuente: Espinoza, 2001

Como se dijo anteriormente la resistencia de la roca madre se comunica al agregado, aunque debe darse especial cuidado al hecho de que los procesos de explotación y triturado pueden disminuirla. El módulo de elasticidad del concreto, depende del módulo de elasticidad del agregado. (Jaramillo, 2011)

- **TENACIDAD.** La tenacidad es la resistencia que ofrece el agregado al impacto, y tiene mucho que ver con el manejo de los áridos, porque si estos son débiles al impacto pueden alterar su granulometría y por consiguiente la calidad de la obra. (Jaramillo, 2011)
- **ADHERENCIA.** Ya sea en el concreto hidráulico o en el concreto asfáltico la adherencia del agregado es una característica importante, porque la resistencia y durabilidad de estos concretos depende en gran parte del poder de aglutinamiento del agregado con el material cementante (pasta de cemento o asfalto). La adherencia del agregado depende de la forma, textura y tamaño de las partículas.  
No existe un método para medir la adherencia de un agregado con el cemento, pero la adherencia de un agregado con el asfalto si puede medirse mediante una norma británica que consiste esencialmente en determinar el grado de amarre del asfalto con los áridos que se van a utilizar en el campo. (Romero, 2007)
- **DUREZA.** Es la resistencia que ofrece el agregado a la acción del roce y al desgaste diario. Los áridos empleados en carreteras, y pisos, deben ser especialmente resistentes al desgaste. » Para determinar esta propiedad se emplea el ensayo de resistencia al desgaste en la máquina de los Angeles,

ensayo que tiene en cuenta la gradación y tamaño del material, por lo que es necesario hacer una granulometría previa con el fin de determinar la gradación del ensayo que mejor represente al agregado.

Según la gradación serán los tamaños y pesos de las muestras de agregado que va a ensayarse y la carga abrasiva (número de esferas) y el total de revoluciones a las cuales se somete la muestra. Se obtiene así un porcentaje de desgaste, que se compara con el valor dado por la especificación. La dureza del agregado depende de su constitución mineralógica y de su procedencia. (Arredondo F. E.JL. FJ. GC. , 2010)

- **SANIDAD DE LOS ÁRIDOS.** La sanidad de los áridos se refiere a su capacidad para soportar cambios excesivos de volumen por la acción del intemperismo. La capacidad del agregado para soportar los cambios de condiciones ambientales depende de su procedencia, granulometría, forma, textura y porosidad. Para determinar la sanidad de los áridos, se realiza en el laboratorio una prueba, que consiste esencialmente en someter los áridos separados por tamaños a la saturación en una solución de sulfato de sodio o sulfato de magnesio y después a un secado en el horno. Estas acciones constituyen un ciclo. Generalmente se efectúan cinco ciclos; al finalizar el último ciclo se elimina el sulfato y, seco el material, se procede a hacer análisis cualitativo y cuantitativo para determinar el porcentaje del agregado no desgastado por la acción del sulfato. El ensayo pretende reproducir en forma acelerada la acción de los procesos de calentamiento, enfriamiento, humedecimiento, secado, congelamiento y deshielo, pues cuando el agua se encuentra en un poro pequeño (diámetro menor de 4 micras) no puede salir fácilmente, pues ha aumentado su volumen en un 9% al congelarse y entonces produce presión en el interior de la partícula que puede agrietarla, así el sulfato presente en los poros cristaliza al evaporarse el agua por el secado, creando presiones en el interior de la partícula que pueden equipararse a la acción del congelamiento del agua. Una baja resistencia del agregado al intemperismo compromete la durabilidad de la obra, que no sólo

afecta su aspecto superficial (descascamiento) sino su estabilidad por agrietamientos internos. (Aedo, 2005)

Presencia de Sustancias Perjudiciales Contenido de arcilla y material con diámetro inferior a 0.074 mm. Los limos, arcillas y polvos procedentes de la trituración de las rocas con tamaños menores de 0.074 mm de diámetro son perjudiciales si se encuentran en un alto porcentaje en los áridos. La razón radica especialmente en que por ser tamaños menores que los granos del cemento, se encuentran recubriendo los áridos más gruesos impidiendo una buena adherencia entre éstos y la pasta de cemento. (Bonalumi, 2011)

Algunos tipos de arcilla, al entrar en contacto con el agua producen fenómenos de expansión o encogimiento, que generan presiones internas que pueden agrietar la estructura. Por otro lado, la presencia de estas partículas con su incremento de superficie específica aumenta la demanda de agua en las mezclas de concreto y por consiguiente la cantidad de cemento.

El procedimiento para determinar el porcentaje de material que tiene un diámetro menor de 0.074 mm (tamiz No.200) es la granulometría. Para determinar si el material es limo o arcilla se emplean los ensayos de equivalente arena o los límites de Atterberg. (Bonalumi, 2011)

- **CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA.** La materia orgánica es producto de la descomposición de los vegetales y sustancias carbonosas, cuya composición química es ácido tánico y sus derivados conocidos con el nombre de humus. Cuando la presencia de humus es alta, especialmente en las arenas que por su tamaño suelen retener más materia orgánica, se impide total o parcialmente el fraguado del cemento. (SEMARNAT, 2010)

Para determinar el contenido de materia orgánica de las arenas, se ejecuta un ensayo cualitativo, comparando la coloración que produce la muestra de arena al agregarle una solución de hidróxido de sodio al 3%, con una tabla de colores cuyo resultado es un número que indica el color de referencia, especifica el valor que debe dar el ensayo para la aceptación o rechazo de la arena. La presencia de otras partículas como terrones de arcilla, carbón,

madera, lignito, mica, pueden disminuir la resistencia del concreto, o poner en peligro su durabilidad. (SEMARNAT, 2010)

#### **2.4.1. CLASIFICACIÓN DE LOS ÁRIDOS SEGÚN SU PROCEDENCIA**

En primera instancia los áridos según su procedencia se clasifica en naturales y artificiales, áridos naturales provienen de la explotación de canteras o son producto del arrastre de los ríos. (Espinoza, 2001)

Según la forma de obtenerse los podemos clasificar como material de cantera y material de río. Conviene hacer la distinción porque el material de río al sufrir los efectos de arrastre, adquiere una textura lisa y una forma redondeada que lo diferencian del material de cantera que por el proceso de explotación tiene superficie rugosa y forma angulosa. (Espinoza, 2001)

El material que se obtiene como producto de la trituración de los sobre tamaños del material de río, adquiere las características físicas del material de cantera por el proceso de trituración pero conserva las cualidades mecánicas, propias como resistencia al desgaste y al intemperismo, que tenía el material de río que le dio origen. (Espinoza, 2001)

Áridos artificiales se obtienen a partir de productos y procesos industriales, tales como arcillas expandidas, escorias de altos hornos, limaduras de hierro, etc. En algunos casos para ciertos tipos de concreto de baja resistencia, se suelen utilizar algunos residuos orgánicos como cascarilla de arroz, de palma, café, etc., mezclados con los áridos naturales para abaratar los costos del concreto y del mortero.

**Tabla 3 CLASIFICACIÓN SEGÚN SU TAMAÑO**

<b>TAMAÑO DE LA PARTICULA</b>	<b>DENOMINACION CORRIENTE</b>	<b>CLASIFICACION</b>
-------------------------------	-------------------------------	----------------------

Pasante del tamiz N°200 inferior a 0.002	Arcilla	Fracción fina o finos
Pasante del tamiz N°4 y retenido en el Tamiz N°200	Arena	Agregado Fino
Retenido en el tamiz N°4	Gravilla Grava Piedra Rajon	Agregado Grueso

Fuente: Espinoza, 2001

#### 2.4.2. CLASIFICACIÓN SEGÚN SU DENSIDAD

Otra forma de clasificar los áridos es según su densidad, es decir la masa por unidad de volumen, incluyendo el volumen de sus vacíos; la importancia de esta clasificación radica en el peso final del producto cuando se emplean estos áridos, por ejemplo, el concreto ligero.

Según su densidad los áridos se clasifican en:

- Ligeros: su densidad está entre 480-1040 kg/m<sup>3</sup>, por ejemplo: piedra pómez.
- Normal: entre 1300 y 1600 kg/m<sup>3</sup>, por ejemplo material de río. (Bonalmi, 2011)
- Arenas finas Módulo de finura entre 0.5-1.5
- Arenas medias Módulo de finura entre 1.5-2.5
- Arenas gruesas Módulo de finura entre 2.5 - 3.5

Cuando la arena está mezclada con grava se obtienen módulos de finura mayores y a mayor proporción de grava en la arena mayor es el módulo de finura, en este caso la clasificación se hace así:

- Arenas finas Módulo de finura entre 2.2 - 2.6
  - Arenas medias Módulo de finura entre 2.6-2.9
  - Arenas gruesas Módulo de finura entre >2.9
- **PORCENTAJE DE FINOS.** Se define como el porcentaje que pasa el tamiz Icontec No. 200 (0.074 mm). Formas de las partículas del agregado Para determinar la forma de las partículas en los áridos es necesario definir:  
 Redondez Se aplica a la forma del filo; si la partícula tiene aristas bien definidas se dice que es angular, si por el contrario sus aristas están gastadas por la erosión o el rozamiento del agua se habla de partículas redondeadas. (Bonalmi, 2011)
  - **ESFERICIDAD.** Es función de la relación entre área superficial y volumen. Esta relación es menor en partículas esféricas incrementándose en partículas planas y alargadas, según la esfericidad las partículas pueden ser esféricas, cúbicas, tetraédricas, laminares y alargadas. La forma de las partículas se indica con dos términos, aduciendo a su redondez y a su .esfericidad. Por ejemplo cúbica redondeada o cúbica angular.  
 En general las gravas de río, glaciares, y conglomerados, así como las arenas de playa o desierto son materiales redondeados, y pueden ser esféricos (cantos rodados) y laminares. En cambio los áridos obtenidos por trituración y los provenientes de suelos residuales son angulares y su forma depende de la naturaleza de la roca y del equipo de trituración; así serán cúbicos, tetraédricos, laminares y alargados.  
 Partícula alargada Es aquella cuya relación entre longitud y anchura es mayor de 1.5 es decir:  $L > 1.5 b$  donde: L = longitud de la partícula, b = ancho de la partícula.  
 Partícula plana Es aquella cuya relación entre el espesor y el ancho es menor de 0.5, es decir:  $d < 0.5 b$  donde: d = espesor de la partícula, b = ancho de la partícula. (Espinoza, 2001)
  - **TEXTURA.** Esta propiedad del agregado se deriva indirectamente de la roca madre y es responsable de la adherencia del agregado y de la fluidez de las

mezclas de concreto. Según la textura superficial podemos decir que el agregado es liso o pulido (material de río) o áspero (material triturado). Esta textura está relacionada con la dureza, forma, tamaño y estructura de la roca original. Esta propiedad depende directamente de la roca que dio origen al agregado. (Arredondo F. E.J.L. F.J. GC. , 2010)

- **DENSIDAD.** Se define como la relación de peso a volumen de una masa determinada. Pero como las partículas del agregado están compuestas de minerales y espacios o poros que pueden estar vacíos, parcialmente saturados o llenos de agua según la permeabilidad interna, es necesario hacer diferenciación entre los distintos tipos de densidad. (Arredondo F. E.J.L. F.J. GC. , 2010)

- **DENSIDAD ABSOLUTA.** Es la relación entre el peso de la masa de agregado y el volumen que ocupan solo sus partículas sólidas.

$$DA = \frac{Ps}{Vm - Vv}$$

Ps = peso del material seco.

Vm = volumen de la masa.

Vv = volumen de vacíos

- **DENSIDAD NOMINAL.** Es la relación que existe entre el peso de la masa del agregado y el volumen que ocupan las partículas del material incluidos los poros no saturables.

$$DN = \frac{Ps}{Vm - Vps}$$

DN = Densidad Nominal

Ps= peso seco de la masa m

Vm= volumen ocupado por la masa m

Vps = volumen de los poros saturables

- **DENSIDAD APARENTE.** Está definida por la relación entre el peso y el volumen de las partículas de ese material incluidos todos los poros, saturables y no saturables.

$$DA = \frac{Ps}{V}$$

DA= Densidad Aparente

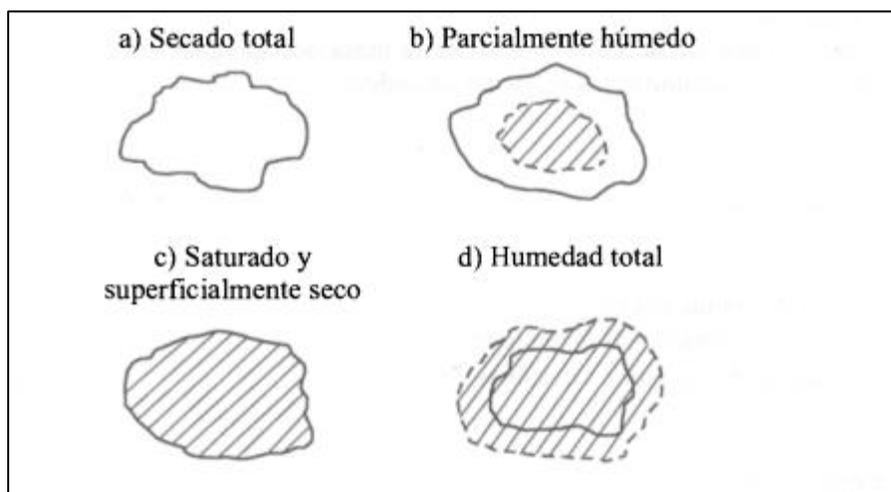
Ps= peso seco

V= volumen ocupado

Para el diseño de mezclas de concreto, la densidad que interesa es la densidad aparente, pues con ella se determina el peso del agregado requerido para un volumen unitario de concreto, porque los poros interiores de las partículas van a ocupar un volumen dentro de la masa del concreto y el agua que se aloja dentro de los poros saturables no hace parte del agua del mezclado. Es decir, en una mezcla de concreto el material está saturado (tiene sus espacios vacíos llenos de agua), pero está superficialmente seco. La densidad aparente del agregado depende de su composición mineralógica y de la cantidad de poros que tenga. Por lo general el valor de la densidad aparente está entre  $2.30 \text{ g/cm}^3$  y  $2.8 \text{ g/cm}^3$

- **POROSIDAD Y ABSORCIÓN.** La porosidad del agregado es una cualidad muy importante, directamente relacionada con la adherencia y resistencia a la compresión y flexión de las partículas, así como a su comportamiento frente a problemas de congelamiento, deshielo e intemperismo. La porosidad está asociada a la capacidad de absorción de agua u otro líquido que tienen los áridos, capacidad que depende del número y tamaño de los poros y de la continuidad de los mismos. Según su contenido de humedad, las partículas que conforman un agregado pueden estar en los siguientes estados.

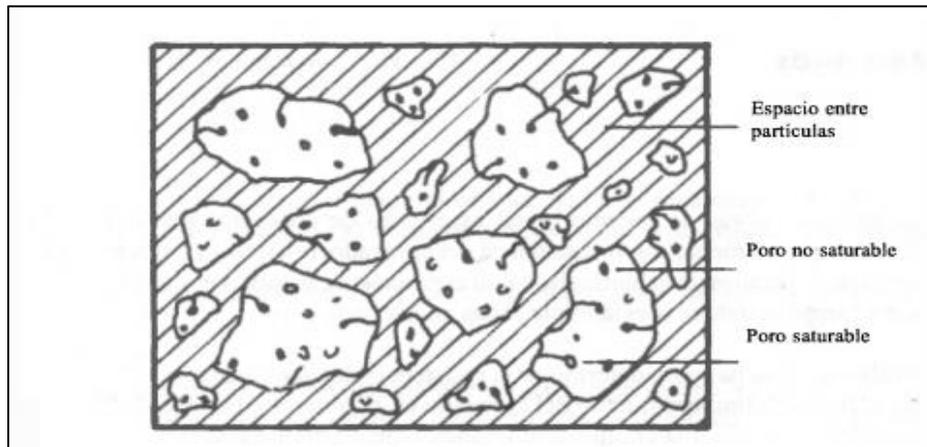
**Figura 2 DIFERENTES ESTADOS DE SATURACIÓN DEL AGREGADO**



Fuente: Espinoza, 2001

- **MASA UNITARIA O PESO UNITARIO.** Se define como la relación entre el peso de una muestra de agregado compuesta de varias partículas y el volumen que ocupan estas partículas agrupadas dentro de un recipiente de volumen conocido. Es decir, el material dentro del recipiente sufre un acomodo de las partículas dejando el menor espacio entre ellas; el mayor peso unitario se tendrá cuando quepa más material dentro del mismo volumen, lo que depende naturalmente de la granulometría, tamaño, forma y textura del agregado.

**Figura 3 ESQUEMATIZACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO**



Fuente: Espinoza, 2001

- **PESO UNITARIO O COMPACTADO.** Se define como el peso compactado del material dividido entre el volumen que ocupa. El valor de la masa unitaria compactada se utiliza para determinar el volumen absoluto de agregado grueso en las mezclas de concreto.
- **PESO UNITARIO SUELTO.** Es la relación que existe entre el peso del agregado suelto o en estado normal de reposo y el volumen que ocupa. El

peso unitario suelto es menor que el peso unitario compactado porque el material en estado suelto ocupa un volumen mayor.

- **EXPANSIÓN O ABULTAMIENTO.** Conocida también como hinchamiento de la arena, consiste en un aumento de volumen, para un determinado peso de arena por la presión del agua entre las partículas de arena cuando ésta se encuentra con agua libre. Si el agua libre aumenta de un 5 a un 8%, el abultamiento puede llegar hasta un 20 ó 30%. La expansión puede ser máximo de un 40% para arenas finas y hasta un 20% para arenas gruesas. Cuando se aumenta el contenido de agua libre la expansión disminuye y si la arena está inundada no existe hinchamiento. Conviene tener esto en cuenta en el transporte y almacenamiento de la arena. (EBENSPERGER M., 2004)

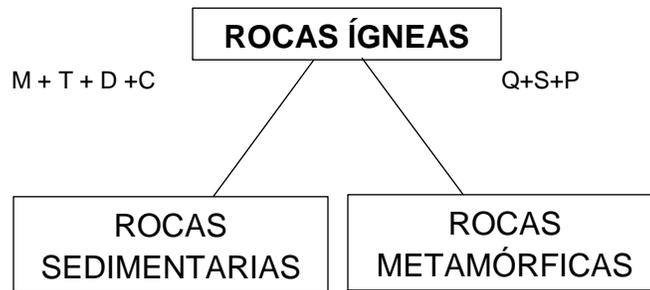
## 2.5. ORIGEN DE LOS ÁRIDOS NATURALES

Los áridos naturales provienen de las rocas y se obtienen por un proceso de fragmentación natural como el intemperismo y la abrasión o mediante un proceso físico mecánico hecho por el hombre; en ambos casos conservan las propiedades físicas: densidad, porosidad, textura, resistencia al intemperismo y composición mineralógica de la roca madre.(BID, 2001)

Para comprender mejor las propiedades de los áridos como su textura, porosidad, y su resistencia, tanto mecánica como al intemperismo, es necesario estudiar un poco la genealogía de las rocas y su formación. Las rocas originales o ígneas se produjeron por fenómenos geológicos internos de la tierra al solidificarse el magna que es una mezcla heterogénea de diversos silicatos, y posteriormente por fenómenos geológicos externos como la meteorización, con el tiempo se formaron las rocas sedimentarias. Posteriormente las rocas sedimentarias e ígneas al sufrir procesos de presión y temperatura formaron las rocas metamórficas. (BID, 2001)

Este proceso se conoce como un ciclo geológico de las rocas y puede observarse en el siguiente diagrama:

**Figura 4 CICLO GEOLÓGICO DE LAS ROCAS**



Referencias

M: Meteorización      D: Depósito      Q: Calor      P: Presión  
 T: Transporte      C: Cementación      S: Solución

Fuente: BID, 2001

**a) Rocas ígneas**

La mayor parte de la corteza terrestre está formada por rocas ígneas y de ellas se forman las otras rocas por lo cual son llamadas originales. Según la profundidad a la cual se solidifican dentro de la tierra y la velocidad de enfriamiento se clasifican como se muestra en la tabla 1.

**Tabla 4 CLASIFICACIÓN DE LAS ROCAS ÍGNEAS SEGÚN LA PROFUNDIDAD Y VELOCIDAD DE CONSOLIDACIÓN**

NOMBRE	VELOCIDAD DE SOLIDIFICACION	LOCALIZACION	CARACTERÍSTICAS DE LA TEXTURA
Intrusivas Plutónicas Abisales	Lenta	Cristalización a gran profundidad	Fanerítica: grano uniforme y visible de 1 a 5 mm
Filonianas	Media	Consolidación a profundidad media	Porfirítica: granos grandes en matriz fina

Extrusivas  Efusivas o Volcánicas	Rápida	Cristalización cerca o sobre la superficie por erupción volcánica	Afanítica: no se aprecian los granos matriz fina o no  Afanítica: bombas
--	--------	---	---

Fuente: BID, 2001

De acuerdo con la velocidad de enfriamiento del magna, se produce una textura determinada, relacionada con la adherencia del agregado a productos cementantes. La cristalización en las rocas ígneas está gobernada por la serie de reacciones de Bowen, en donde cada parte de mineral formado reacciona químicamente con el líquido remanente del magna generando el mineral que se encuentra por encima. La interrupción de esta serie que ocurre cuando los volátiles escapan, explica el por qué se presentan rocas ígneas de diferente composición mineralógica. La interrupción también puede darse por el asentamiento de algunos minerales formados primero. (Bonalumi, 2011)

Las rocas que contienen los minerales de la parte superior son ricas en magnesio y calcio y son de colores oscuros. Si los minerales constitutivos son los intermedios tienen colores grises. Por último los minerales de la parte inferior forman roca de colores claros. El proceso de formación influye en las características, así: " granos de minerales de alta resistencia producen rocas de alta resistencia. (EBENSPERGER M., 2004)

- Texturas de grano más fino producen rocas de mayor resistencia.
- Rocas ígneas extrusivas presentan un comportamiento más variable debido a sus características de formación por lo cual son muy porosas y tienen resistencia muy baja.
- Ígneas intrusivas son de alta resistencia, ausencia casi total de poros y muy homogéneas en su composición mineralógica, rocas compuestas por minerales como el olivino, piroxeno, anortita son más inestables químicamente frente a las condiciones climáticas que las compuestas por minerales pertenecientes a la parte inferior de la serie.

## b) Rocas Sedimentarias

Se derivan de los procesos de sedimentación de materiales naturales en un medio fluido conformando capas o estratos gruesos o delgados. Según su origen pueden ser:

- Clásticas: compuestas de partículas, fruto de la erosión de otras rocas.
- Orgánicas: formadas por la acumulación de material orgánico vegetal o animal.
- Químicas: formadas a partir de procesos o reacciones químicas naturales, tales como evaporación, precipitación o reemplazamiento. Las rocas sedimentarias constituyen el 75% de las rocas de la superficie; de ellas el 46% son lutitas, 32% arenisca y el 22% calizas.

Las rocas clásticas son las más comunes y se clasifican de acuerdo al tamaño de las partículas que las conforman, directamente asociado con la energía cinética del fluido que las transportó y permitió su acumulación. Estos agentes arrastran los materiales redondeándolos y dándoles una forma y tamaño que posteriormente inciden en la calidad del material como agregado. (Vicente, 2003)

La tabla siguiente muestra una clasificación de las rocas sedimentarias clásticas según la forma y tamaño del grano.

**Tabla 5 PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS**

<b>ROCA</b>	<b>GRANO</b>	<b>FORMA DE GRANO MAS GENERAL</b>	<b>TAMAÑO DEL GRANO en mm</b>
Conglomerado	Cantos y gravas	Redondeado	256 – 64
Brecha	Fragmentos Líticos	Angulares	64 – 5
Arenisca	Arena	Redondeado o Angular	5 – 0.074

Limolita	Limo	Redondeado	0.074 – 0.002
Arcillolita	Arcilla	Laminar	≤0.002

Fuente: BID, 2001

Para emplear las rocas sedimentarias como material de construcción hay que tener en cuenta: - se debe determinar el tipo de cemento y la proporción de fragmentos, porque ello determina la calidad y la rentabilidad.

- La mayor uniformidad en el tamaño de las partículas disminuye su resistencia.
- Al aumentar el redondeamiento de las partículas disminuye la resistencia de la roca.

### **c) Rocas Metamórficas**

Se generan a partir de una re cristalización parcial o total de las rocas ígneas, sedimentarias y aún metamórficas, proceso que ocurre cuando las condiciones físico-químicas lo permiten dependiendo de la temperatura, presión y presencia de fluidos químicamente activos tales como líquidos calientes, vapores y gases. Cuando una de las condiciones a que ha estado sometida una masa rocosa es la presión se desarrolla una orientación preferencial de algunos o todos sus componentes conocida como foliación o bandeamiento. El metamorfismo crea una cementación, entramamiento y recristalización de los minerales ocasionando una resistencia a la compresión más alta en la roca metamorfica que en la sedimentaria. (Bonalumi, 2011)

Al emplear las rocas metamórficas como material de construcción hay que tener en cuenta que:

- La porosidad es mínima en las rocas metamórficas.
- La resistencia será mayor a mayor grado de metamorfismo pero es menor su durabilidad o resistencia a los factores climáticos.
- Las rocas con alto contenido de mica o grafito presentan menor resistencia en el sentido paralelo a la esquistosidad.

- La foliación o bandeamiento produce alta resistencia en sentido normal y baja en el sentido paralelo.
- Se debe determinar el tipo de cementante y la proporción de fragmentos, porque ellos determinan la calidad y rentabilidad de estas rocas.
- La mayor uniformidad en el tamaño de las partículas disminuye su resistencia; reacciones sucesivas de oxidación, hidratación y combinación con el aluminato de calcio desprendido en la reacción química del cemento forman sulfo aluminato de calcio, que produce la desintegración del concreto, especialmente en regiones cálidas y húmedas.

Las micas son minerales presentes en rocas volcánicas sedimentarias y metamórficas. El uso de áridos con estos minerales no es recomendable para concretos hidráulicos, por la posibilidad de alteración con sustancias químicamente activas derivadas de la hidratación del cemento. Cuando están presentes en el agregado fino requieren mayor contenido de agua y por ende de cemento para lograr una determinada resistencia. Algunos minerales que contienen sulfuro de hierro, como las piritas, pueden presentar reacciones sucesivas de oxidación, hidratación y combinación con el aluminato de calcio desprendido en la reacción química del cemento formando sulfo aluminato de calcio, que provoca la desintegración del concreto especialmente en regiones cálidas y húmedas. (EBENSPERGER M., 2004)

**Tabla 6 PRINCIPALES ROCAS Y SUS CARACTERÍSTICAS COMO MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**

<b>ROCA</b>	<b>METODO DE EXCAVACION</b>	<b>FRAGMENTACION</b>	<b>SUCEPTIBILIDAD A LA METEORIZACION</b>
Granito / Diorita	Explosivos	Fragmentos irregulares que dependen del uso de los explosivos	Probablemente resistente
		Fragmentos irregulares que dependen de las juntas y grietas	

		Fragmentos irregulares muchas veces con finos en exceso	Probablemente Resistente
		En lajas dependiendo de la estratificación	
Basalto	Explosivos	Exceso de finos dependiendo del cementante	Algunas variedades se deterioran rápidamente
		Desde pequeños bloques a lajas	
	Equipo o Explosivos	Fragmentos irregulares muchas veces lajas	Según la naturaleza del cementante
			Algunas se alteran para formar arenas limosas
Toba	Equipo o Explosivos	Fragmentos irregulares muy angulosos	Muchas se desintegran rápidamente para formar arcilla
			Las vetas pizarrosas se deterioran pero las otras se deterioran rápidamente
			Probablemente resistente

<b>ROCA</b>	<b>METODO DE EXCAVACION</b>	<b>FRAGMENTACION</b>	<b>SUCEPTIBILIDAD A LA METEORIZACION</b>
Arenisca	Equipo o Explosivos	Fragmentos irregulares	Algunas se deterioran con el procesos de humedecimiento
Conglomerado	Equipo	Fragmentos irregulares	Probablemente irregulares
			Deteriorables

		Depende del material	
Limonita	Explosivos	Desde pequeños bloques a lajas.	Muchas se desintegran
Caliza Masiva	Explosivos	Fragmentos irregulares muchas veces lajas	Las vetas pizarrosas se deterioran pero las otras se deterioran rápidamente.
Cuarcita	Explosivos / Esquisto	Fragmentos irregulares muy angulosos	Probablemente resistente.
Pizarras	Explosivos	Fragmentos irregulares	Algunas se deterioran con el procesos de humedecimiento
	Equipo		
	Explosivos	Fragmentos irregulares	Probablemente irregulares Deteriorables
Gnesis			

Fuente: Fernández Vicente, 2011

## 2.6. EXPLOTACIÓN DE ÁRIDOS EN EL MARCO DE UN PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE CUENCA

El aprovechamiento de los recursos naturales de una cuenca hidrográfica debe realizarse en el marco de un enfoque de manejo integral de la cuenca, de manera que el uso y consumo de cualquier tipo de recurso de la misma no afecte su

estabilidad como ecosistema, que no cause impactos severos sobre la biodiversidad, la seguridad y la salud de la población involucrada, etc. (Salinas Leonor Inés, 2011)

- **MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS.** En el manejo de una cuenca se debe considerar aspectos naturales del medio físico como la topografía, geología y ecología; especialmente los asentamientos humanos y la presencia de recursos naturales asociados a su sustento y seguridad. Las actividades humanas dentro de una cuenca hidrográfica, especialmente las extractivas como la explotación de áridos, pueden alterar las condiciones locales si no se toman las previsiones necesarias, modificando las condiciones de estabilidad de suelos y el régimen hidrológico, por lo que se debe considerar las recomendaciones y presiones contempladas en el Plan de Manejo Integral de la Cuenca. (Salinas Leonor Inés, 2011)
- **MANEJO DE RECURSOS HÍDRICOS.** El recurso agua dentro de una cuenca es el recurso más importante; se utiliza fundamentalmente en riego de tierras de cultivo, consumo humano y actividades industriales; es también elemento vital y sostén de la flora y fauna local y regional. Una buena gestión de los recursos acuáticos beneficiará tanto a actividades antrópicas, como también a los procesos naturales relacionados con la vida y conservación de los recursos de biodiversidad acuática y terrestre dentro el área de influencia. (Salinas Leonor Inés, 2011)
- **MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE ÁRIDOS EN LECHOS DE RÍOS.** En forma general, la extracción de áridos en lechos de ríos que forman parte de cuencas hidrográficas ubicadas cerca de ciudades capitales, áreas extensivas e intensivas de cultivo, áreas forestales u otros de interés público, es beneficioso porque permite mantener estable el régimen de flujo de agua superficial, previniendo inundaciones, erosión de suelos en los bordes del río y los taludes adyacentes. Sin embargo, para que estas actividades sean sostenibles, la tasa de extracción no debería exceder a la tasa de recarga. Esto garantizaría la estabilidad y seguridad física de las terrazas adyacentes,

y obviamente de las actividades asociadas al uso de suelos. (Salinas Leonor Inés, 2011)

La forma de manejo puede ser beneficiosa o perjudicial, dependiendo de los objetivos y las restricciones establecidas en el plan de manejo de cuenca. Consecuentemente, para las actividades de extracción de áridos en cauces de ríos se considera esencial la participación de Unidades Técnicas especializadas en manejo de cuencas y recursos naturales. La demanda de áridos en la industria de la construcción es elevada en las ciudades de La Paz, Cochabamba, Santa Cruz y Tarija, por lo que desarrollan actividades intensivas en la mayor parte de los ríos próximos a estos centros de consumo. El objetivo económico debe equilibrarse con objetivos de protección ambiental, equidad social y gobernabilidad en las comunidades involucradas con estas actividades.

## **2.7. DIAGNÓSTICO DE LA EXPLOTACIÓN DE ÁRIDOS EN BOLIVIA**

A objeto de establecer las características fisiográficas y bioclimáticas regionales, de las principales zonas de explotación de áridos en el país, se ha realizado una revisión bibliográfica de la información disponible en, IGM, SENAMHI y bibliotecas especializadas en temas afines. Por otra parte, se realizaron visitas a los lugares específicos donde se desarrollan las actividades de extracción de áridos, para complementar la información requerida, de manera que se pueda contar con datos reales que faciliten la identificación de factores de riesgo asociadas a la actividad, así como la formulación de normas y procedimientos técnicos, que son el objetivo principal del presente trabajo. Debido a la predominancia de sitios de extracción en el Rio San Juan del Oro, próximo a la ciudad de Camargo, donde además se presenta la mayor demanda de regulaciones técnicas para mejorar los procesos de gestión productiva y ambiental en actividades de extracción de áridos. (Aedo, 2005)

### **2.7.1. CONDICIONES DE LA EXPLOTACIÓN DE ÁRIDOS EN EL RIO**

En el rio hay operaciones de explotación que utilizan métodos de extracción manual y semi mecanizada; la mayor parte de estas explotaciones deben adecuarse a la nueva normativa y obtener la autorización respectiva del municipio. Los problemas existentes entre los ex - concesionarios mineros y los autorizados por la Alcaldía,

deben ahora acogerse a las autorizaciones anuales que sean otorgadas por la Alcaldía.

Lo común es el uso de palas frontales para la extracción y pequeñas plantas de clasificación y lavado para la producción de arena fina, arena mixta con gravilla y grava. La piedra por lo general se selecciona manualmente in situ.

En zonas próximas a construcción de carreteras se produce arena y material clasificado capa base, mediante extracción mecanizada del material del río con palas frontales y retroexcavadoras. La alimentación a las plantas de tratamiento se realiza mediante transporte en volquetas, o mediante correas transportadoras.

El procesamiento de la carga del río y los bancos adyacentes se realiza en plantas más complejas que comprenden operaciones de trituración y clasificación; con producción de cantidades mínimas o despreciables de residuos sólidos.

Los problemas técnicos y sociales relevantes identificados en el diagnóstico son:  
Temas socio-económicos

- Conflicto de intereses entre concesionarios mineros y comunarios dueños de las tierras en las riberas de los ríos por falta de normas claras.  
Conflicto entre concesionarios mineros y los Gobiernos Municipales, por la resistencia de los ex concesionarios a la adecuación de sus concesiones (Artículo 21, D.S. N° 0091).
- Posibilidad de degradación de las condiciones naturales de calidad de aguas y suelos con perjuicio para la producción agrícola local, por falta de una buena gestión y coordinación entre los actores locales.

### **2.7.2. MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE ÁRIDOS EN LECHOS DE RÍO**

Existen varios métodos de extracción de áridos, dependiendo de la naturaleza del material a extraer, o sea el tamaño de grano (grueso o fino), grado de dureza de las rocas, cantidad de humedad o agua que contenga el banco o lecho del río, y fundamentalmente de los productos que se desee obtener. Estas labores pueden ser mecanizadas o manuales.

- Extracción mecanizada
- Extracción con Pala Mecánica
- Retroexcavadora

La explotación y aprovechamiento de áridos se realiza con la ayuda de maquinaria, consiste en utilizar palas frontales, bulldozers y retroexcavadoras, a través de la excavación de fosas paralelas al eje del río, donde además se depositan nuevos sedimentos de áridos en forma cíclica. (Vicente, 2003)

Este tipo es el más empleado internacionalmente, se caracteriza por sus elevados rendimientos volumétricos por unidad de tiempo. Este procedimiento va combinado ya sea con carguío directo a la planta de procesamiento, o mediante transporte del material extraído en volquetas hasta la planta de procesamiento.

En la evaluación de la situación actual, la disponibilidad de información y experiencias recogidas sobre los métodos de explotación de áridos, utilizados universalmente para producir arena, grava y piedra como materiales de construcción, a partir de material sedimentado en los cauces de los ríos. (Vicente, 2003)

- **EXTRACCIÓN MEDIANTE BOMBA DE SUCCIÓN**

Se aplica a áridos contenidos como sedimentos suspendidos en las corrientes de agua o asentados en los lechos de los ríos. Este método es más común en ríos de gran caudal como los ríos Piraí, Yapacaní y Surutú de Santa Cruz. Consiste en la extracción de material de los lechos de los ríos mediante bombas de succión, dragaminas o dragas. (MOP & MINVU, 2012)

Esta técnica permite el transporte hidráulico directo del material extraído hasta la planta de clasificación, con partículas de roca que pueden llegar hasta varios centímetros de tamaño. (Aedo, 2005)

Existen bombas centrífugas especialmente diseñadas para operar con arena fina o con áridos gruesos, con una gama amplia de tamaños de grano, movidos por motores eléctricos o motores a gasolina y diésel.

- **EXTRACCIÓN EN TALUD LATERAL MEDIANTE MONITORES**

Este procedimiento es muy común en la explotación por bancos de material cuaternario, material aluvial o coluvial depositados en los taludes de los valles que conforman los ríos, mediante el uso de monitores o chorros de agua a presión, aplicados directamente sobre el depósito de áridos. Este método constituye una buena alternativa técnica, pero es viable únicamente cuando un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental garantice que no se generarán riesgos, como derrumbes y procesos erosivos dañinos para el equilibrio ecológico de la sub cuenca o microcuenca. (MOP & MINVU, 2012)

- **EXTRACCIÓN MANUAL**

El procedimiento de extracción manual consiste en uso directo de herramientas de mano y esfuerzo humano, generalmente se utilizan herramientas convencionales como palas, picotas y barrenos.

Este método artesanal es utilizado en operaciones de pequeña escala, mediante explotación muy localizada, donde sólo se aprovecha pequeños bancos de material clasificado y lavado, que son formados en forma natural por los procesos de arrastre mecánico y clasificación por gravedad y fuerzas hidráulicas que tienen lugar en los cauces de río en periodos de lluvia. Esta alternativa de operación implica normalmente el cargado directo del material extraído a cedazos o zarandas fijas instaladas en el suelo. La extracción de piedra de río en Bolivia se realiza generalmente en forma manual o a veces con ayuda de una pala mecánica para remover el lecho del río y efectuar el carguío. (BID, 2001)

### **2.7.3. MÉTODOS DE TRATAMIENTO**

Los métodos de tratamiento de materiales extraídos de los cauces de río, para fines de producción de áridos, vale decir, para producción de arena, grava de diferentes rangos de tamaño y piedra de construcción, depende de la naturaleza y composición del material extraído, del relieve y las condiciones físicas del cauce del río, y los objetivos del operador.

Existen métodos de tratamiento manual o artesanal para operaciones de pequeña escala, y métodos mecanizados con mayor capacidad de procesamiento, que involucran utilización de equipos e instalaciones para almacenamiento del material de alimentación, transporte interno según las operaciones unitarias requeridas, clasificación húmeda o seca, trituración primaria y secundaria, almacenamiento de productos y sistemas de carguío para el transporte y comercialización final. (MOP & MINVU, 2012).

- **CLASIFICACIÓN Y LAVADO**

Este tipo de clasificación y lavado se puede realizar en cedazos vibratorios o estacionarios en seco o húmedo; se aplica generalmente en "actividades mayores de extracción de áridos" en producción intensiva de materiales de construcción.

Existen también métodos de clasificación hidráulica de arenas, que se realiza con corrientes de agua en separadores hidráulicos que permite obtener varios productos en rangos estrechos de tamaño.

Clasificación mecanizada y lavado de finos en una criba vibratoria de pisos La clasificación y lavado industrial en cedazos vibratorios, con uno o más cedazos de diferente abertura, con motor eléctrico o motor a gasolina, permite clasificar por tamaños el material procesado, y se usa principalmente cuando se desea obtener más de dos productos con rangos de tamaño diferentes (Ej. limo, arena, gravilla, grava). (Aedo, 2005)

El uso de agua para clasificación húmeda en estos equipos es fundamental para remover el limo y arcilla. Clasificación mecanizada en cedazo estacionario instalado en caballete Este sistema se aplica en operaciones semi-mecanizadas, que contempla la instalación de un cedazo estacionario sobre un caballete, donde se alimenta el material extraído mediante una pala mecánica frontal o retroexcavadora, para obtener dos productos: uno fino con arena y grava fina, y el "cascote" o material descartable. (Bonalumi, 2011)

## **2.8. MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS**

En las operaciones artesanales o manuales los residuos sólidos son comúnmente abandonados en el mismo sitio donde se realizaron la extracción y clasificación, la mejor opción es el uso como relleno in situ.

En operaciones mecanizadas donde hay producción de residuos sólidos en cantidades apreciables, es decir, en plantas de clasificación y lavado sin trituración, el residuo sólido o "cascote" debe ser transportado y almacenado en las orillas del río, en forma de camellones o escolleras longitudinales y paralelas al eje del río, por su utilidad como defensivos para prevenir desbordes e inundaciones, especialmente durante las crecidas del río durante los periodos de lluvia. (Salinas Leonor Inés, 2011)

El manejo de residuos sólidos incluye también a las "lamas" o sedimentos de arcilla y limo recuperados en las fosas de sedimentación, que se obtiene como producto de las plantas de lavado. Estos materiales finos se deben utilizar como tierra de reposición en terrenos de cultivo. Cuando la calidad de las "lamas" no permite su reutilización en actividades agrícolas, por ejemplo cuando son muy salinos o muy arcillosos, se recomienda su remoción y disposición final fuera del lecho del río, en concordancia con las medidas de mitigación y plan de adecuación definida en el respectivo estudio ambiental. (EBENSPERGER M., 2004)

### **2.8.1. MANEJO Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL LAVADO DE ÁRIDOS**

En la explotación de áridos, el mejor modelo de uso y manejo de agua consiste en la recirculación de aguas al circuito de clasificación y lavado, previo tratamiento físico de sedimentación para separación de finos. Las operaciones artesanales o manuales hacen uso limitado de agua del río, puesto que no realizan un lavado intensivo de los materiales que producen, excepto cuando realizan lavado en canales (Ej. Río Irpavi - La Paz). Sin embargo, no es recomendable extraer áridos en las orillas de los ríos, porque se generan procesos de riesgo para la seguridad de los terrenos de la ribera.

La extracción de áridos en lugares cercanos a obras de infraestructura, tales como gaviones, muros de protección, puentes, soportes de acueductos y otros, puede causar modificación del cauce del río y daños materiales. El manejo de agua en estos lugares debe ser estudiado cuidadosamente por los técnicos responsables de la evaluación ambiental de un proyecto, para definir y proponer las medidas de mitigación, el plan de adecuación y el plan de aplicación y seguimiento ambiental respectivo.

El uso de agua del río debe realizarse en el marco de un enfoque de manejo integral de la cuenca, tomando en cuenta las variaciones en época de lluvia y estiaje. Cuando el agua del río es desviado a otros sitios para lavar los áridos, se produce la disminución de caudal, también podría existir contaminación por la presencia de limo y arcilla en suspensión, o debido a excavaciones profundas existe el riesgo de contaminación de las napas subterráneas si éstas se encuentran a una profundidad cercana a la superficie, hechos que podrían ocasionar conflictos sociales con las comunidades del lugar. Por tanto, es necesario el uso planificado de los recursos hídricos. (BID, 2001)

En época de estiaje se reducirá el volumen del agua empleada durante la operación. Esta medida será indispensable en aquellos cursos de agua que, aguas abajo, sean empleados como fuentes de agua potable

Recomendaciones de buenas prácticas para manejo y tratamiento de aguas En toda cuenca se debe delimitar un margen de seguridad de por lo menos tres a cuatro metros de ancho (ilustrado en los planos de zonificación con una línea de color rojo oscuro) En este proceso se implementarán fosas de sedimentación, las mismas que consisten en fosas que conducen el agua residual proveniente del lavado de los áridos. Estas fosas deberán tener la capacidad suficiente para retener el agua residual el tiempo necesario para que los sólidos en suspensión se sedimenten y se pueda devolver al río con similar calidad a la captada. El número de pozas de sedimentación estará en función al volumen de material explotado, los mismos que pueden estar dispuestos en serie de manera que se aumente la eficiencia de sedimentación y se obtengan condiciones de turbidez apropiadas para el afluente

final. Estas fosas de sedimentación deben limpiarse periódicamente, sobre todo después de las crecidas, a fin de conservar su capacidad de sedimentación. El material sedimentado y extraído de las fosas debe ser dispuesto en lugares previamente establecidos especiales o reutilizado, pero en ningún caso podrá dejarse en el lecho del río. La ubicación de las fosas de sedimentación será adyacente al sitio de clasificación secundaria, el mismo que a su vez deberá situarse en el sector correspondiente al tercio del ancho del curso más próximo a la orilla. La cantidad de agua utilizada en la clasificación secundaria, deberá ser reducida en época seca, con la finalidad de no disminuir el caudal aprovechable aguas abajo del sitio de explotación.

## **CAPÍTULO III**

### **3.0 MARCO LEGAL**

#### **3.1. REGLAMENTO AMBIENTAL, APROVECHAMIENTO DE ÁRIDOS (RRAA), 22 DE ABRIL DE 2009**

##### **ARTÍCULO 1°.**

(Objeto) El presente Reglamento tiene por objeto regular y establecer los límites y procedimientos ambientales para la explotación de áridos y áridos, durante las fases de implementación, operación, cierre, rehabilitación y abandono de actividades. Para efectos del presente Reglamento, el aprovechamiento de áridos se entiende

como la explotación racional y sostenible de áridos, actividad no minera de acuerdo a lo establecido en el Artículo 2 de la Ley N° 3425, de 20 de junio de 2006.

## **ARTÍCULO 2°.**

(Ámbito de aplicación)

- I. Las actividades de aprovechamiento de áridos en los lechos y/o márgenes de los ríos, deberán efectuarse con pleno respeto a los derechos y obligaciones que establece la normativa ambiental, en el marco de la Ley N° 1333, de 27 de abril de 1992, del Medio Ambiente, reglamentos conexos y sus modificaciones y complementaciones posteriores, así como los requisitos establecidos en el presente Reglamento.
- II. Los áridos ubicados en canteras, bancos o en cualquier parte de la superficie o interior de la tierra que no están comprendidos en el presente Reglamento, se regirán por lo dispuesto en la Ley del Medio Ambiente, Reglamento General de Gestión Ambiental y Reglamento de Prevención y Control Ambiental.

## **ARTÍCULO 3°**

(Obligatoriedad) El cumplimiento del presente Reglamento es obligación de toda persona natural o colectiva, pública o privada que desarrolle actividades de aprovechamiento de áridos en los lechos y/o márgenes de los ríos, que causen o pudieran causar contaminación o afectación al medio ambiente y los recursos naturales.

- **DEFINICIONES**

## **ARTÍCULO 4°**

(Definiciones) Para los efectos de este Reglamento, además de las definiciones existentes en el Reglamento de Prevención y Control Ambiental - RPCA, se consideran las siguientes:

- a. **Afluyente:** Arroyo o río secundario que desemboca o desagua en otro principal.
- b. **Aluvial (aluvión):** Depósito de materiales sueltos, gravas, arenas, etc., transportados y dejados por un curso de agua. El fondo de todos los valles está compuesto de aluviones.
- c. **Aprovechamiento Artesanal o Actividad menor de Áridos:** Es aquella operación que utiliza métodos de extracción manual, sin utilización de maquinaria industrial, no ubicada dentro de un Área Protegida y cuyo volumen de operación sea igual o menor a 500 m<sup>3</sup>/mes.
- d. **Aprovechamiento Industrial o Actividad mayor de Áridos:** Es aquella operación que utiliza métodos de extracción con maquinaria industrial y/o volumen mayor a 500 m<sup>3</sup>/mes.
- e. **Aprovechamiento Familiar, Comunitario y de orden social:** Es aquella operación que, sin fines comerciales, cumple con las necesidades de áridos y áridos para la construcción de viviendas familiares propias, obras que beneficien a las comunidades colindantes con los ríos, lechos de río o donde se hallasen los áridos.
- f. **Áridos en lechos y márgenes de ríos:** Son aquellos materiales presentes en lechos y/o márgenes de ríos, tales como arena, cascajo, ripio, grava, gravilla, arenilla y que sean utilizados en actividades de construcción, que cumplan con las siguientes propiedades: Alta estabilidad volumétrica, Alta resistencia mecánica, Alta permeabilidad, Alta durabilidad y Alta Compresibilidad.
- g. **Autoridad Ambiental Competente Nacional (AACN):** Viceministro de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos.
- h. **Autoridad Ambiental Competente Departamental (AACD):** Prefecto y Comandante General de Departamento.

- i. **Autorizados:** Son aquellas personas naturales o jurídicas, individuales o colectivas, públicas o privadas que realicen actividades de aprovechamiento y explotación de áridos y que cuentan para ello con la Autorización Anual otorgada por la Autoridad Competente en áridos.
- j. **Camellón:** Acumulación de residuos sólidos del proceso de aprovechamiento de áridos en ríos y afluentes, en áreas adyacentes al curso del río para encausar el flujo de agua, destinado a prevenir riesgos de desbordes, erosión e inundaciones.
- k. **Cauce de río:** Corresponde a la superficie que el agua ocupa y desocupa en crecidas periódicas ordinarias.
- l. **Deslizamiento:** Movimiento de una parte del terreno, pendiente abajo, constituida de material detrítico, escombros, rocas blandas etc.
- m. **Escollera:** ordenada de roca (enrocados) destinadas a proteger estructuras o espacios del embate de las corrientes u otros movimientos de aguas. Obra construida en dirección paralela o transversal a la orilla de un cauce o márgenes del río. En actividades de extracción de áridos se refiere a acumulaciones de residuos sólidos en las orillas de los ríos, con fines de control de riesgos (erosión, deslizamiento, desplome del talud).
- n. **Fosas de recarga:** Excavaciones realizadas en los ríos o afluentes de ríos, paralelo al eje longitudinal, para acumulación de material de arrastre en época de lluvia, como recarga para futuros ciclos de aprovechamiento.
- o) Fosas de sedimentación: Piscinas o depósitos de lodos, en las cuales se precipitan las sustancias limosas procedentes del lavado de áridos.
- o. **Lamas:** Sustancias limo-arcillosas resultantes del lavado de áridos.
- p. **Lecho de río:** Porción de tierra por la que corren aguas. Constituye el fondo del cauce, por lo tanto, en algunos casos por el lecho escurren aguas permanentemente.
- q. **Mitigación:** Conjunto de procedimientos a través de los cuales se busca bajar a niveles no tóxicos y/o aislar sustancias contaminantes en un ambiente dado.

- r. **Mitigadores de corriente:** Construcción civil ubicada en los cauces de ríos o afluentes de ríos, cuya función es disminuir la velocidad de las corrientes de agua.
- s. **Organismo Sectorial Competente:** Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego.
- t. **Plan de Cierre:** Conjunto de actividades que el Autorizado debe desarrollar cuando concluye parcial o totalmente su actividad ó al cumplimiento del período establecido por la Autorización otorgada por la Autoridad Competente, destinadas a la rehabilitación, restauración y mitigación de los impactos sobre los factores y atributos ambientales afectados.
- u. **Plan de Cierre Simultáneo:** Conjunto de actividades que es Autorizada previa evaluación, se realizará de manera simultánea al desarrollo de la actividad.
- v. **Plan de Manejo Áridos en Cuencas o Microcuencas:** Proceso de formulación y ejecución de un sistema de acción del manejo de los áridos existentes en una cuenca hidrográfica para la obtención de bienes y servicios sin afectar su estabilidad de uso de suelo, el régimen hidrológico, así como su ecosistema, ni cause impactos severos sobre la biodiversidad, la seguridad y la salud de la población involucrada, considerando la topografía y la geología.
- w. **Rehabilitación:** Reacondicionamiento de un terreno afectado para alcanzar un equilibrio entre el desarrollo económico y la conservación de la naturaleza. Reconstrucción del ecosistema o establecimiento de la capacidad de la tierra y sus recursos naturales.
- x. **Restauración:** Medidas tendientes a corregir o minimizar los impactos ambientales más significativos resultantes de la extracción de áridos, entre las que se pueden encontrar la revegetación de las zonas afectadas, restitución topográfica, remodelado de taludes, eliminación de materiales y elementos sobrantes, integración o enmascaramiento de la actuación con barreras naturales (cubiertas vegetales o camellones).

- y. **Revegetación:** Introducción ó reintroducción de árboles, arbustos u otras plantas destinadas a la restauración y protección en un determinado medio natural, mediante especies vegetales propias de la serie de vegetación natural de la zona.
- z. **Río:** Corriente natural de agua que puede ser perenne y/o intermitente. Posee un caudal considerable y desemboca en un lago o en otro río, en cuyo caso se denomina afluente.
- aa. **Talud de ribera** (margen del río): Escarpe o terraplén detrítico que encausa a un río.
- bb. **Terraza:** Superficie plana generalmente estrecha y alargada, debe su origen normalmente a la acción del agua corriente.
- cc. **Terraza de valle o fluvial:** Formada por la excavación repetida de un río en el fondo de un valle antiguo, puede ser rocosa: excavada en la roca, o de cantos rodados, formada por la excavación de un río en una masa de cantos rodados.
- dd. **Zanjas:** Excavaciones realizadas en ríos o afluentes de ríos para fines de aprovechamiento.

### **3.2 LEY MUNICIPAL AUTONOMICA Nº 26/2016 (LEY DE APROVECHAMIENTO Y EXPLOTACION DE ARIDOS Y AGREGADOS**

**ARTÍCULO 1º (OBJETO).**- La presente Ley Municipal tiene por objeto regular el aprovechamiento y explotación racional y sostenible de áridos y agregados existentes en la jurisdicción Municipal de la Provincia O'Connor, en coordinación con las organizaciones, campesinas y pueblos indígenas originarios colindantes con los ríos o donde se encuentren estos recursos naturales, en concordancia con las normas ambientales.

**ARTÍCULO 2º (FINALIDADES).**- La presente Ley Municipal tiene las siguientes finalidades:

1. Establecer normas de manejo y conservación de los ríos y las cuencas donde se autorice la explotación de áridos y agregados dentro de la jurisdicción del Municipio de la Provincia O'Connor.

2. Asegurar que el aprovechamiento y la explotación de áridos y agregados se realice de forma racional y sostenible, a efectos de evitar impactos negativos al medio ambiente.
3. Crear los mecanismos técnicos y logísticos indispensables para la supervisión y control del manejo y aprovechamiento de los áridos y agregados dentro de la jurisdicción Municipal de la Provincia O'Connor.

**ARTÍCULO 5º (PRINCIPIOS).**- Los principios que rigen en la presente Ley Municipal para el Aprovechamiento y Explotación de áridos son:

- **Principio de Protección Ambiental.**- Las actividades de aprovechamiento y explotación de áridos y agregados en cauces de ríos y cuencas, deben realizarse protegiendo todos los factores ambientales y los recursos naturales, regulando las acciones del hombre con la naturaleza, en ningún momento debe causar daños ambientales irreparables o irreversibles.
- **Principio Precautorio.**- El aprovechamiento de áridos y agregados deberán dar estricto cumplimiento a las normas ambientales, se establecerán las practicas destinadas a evitar daños e impactos ambientales irreversibles; es decir, que estas actividades susceptibles de degradar el medio ambiente, se deben realizar tomando en cuenta medidas preventivas a efectos de evitar desastres naturales, daños a los bienes, a la salud de la población y al medio ambiente.

**ARTÍCULO 12º (CATEGORIAS).**- Para fines de la presente Ley se clasifica la explotación y aprovechamiento de áridos y agregados en las siguientes categorías:

1. **Aprovechamiento Artesanal o Actividad Menor de Áridos y Agregados.**- Es aquella operación que utiliza métodos de extracción manual, sin hacer uso de maquinaria industrial, que no se encuentre ubicada dentro de un área protegida y cuyo volumen de operación mensual sea igual o menor a quinientos (500) metros cúbicos.
2. **Aprovechamiento Industrial o Actividad Mayor de Áridos y Agregados:** Es aquella operación que utiliza métodos de extracción con maquinaria industrial y/o manual, ejecutadas a base de equipos mecanizados como buldócer, excavadoras, cargadores frontales, cernidores vibratorios, chancadoras, etc., que origina un gran efecto de excavación o movimiento de materiales.
3. **Aprovechamiento Familiar, Comunitario y de Orden Social.**- Es aquella operación que, sin fines comerciales, cumple con las necesidades de áridos

y agregados para la construcción de viviendas familiares propias, obras que beneficien a las comunidades colindantes con los ríos, lechos de ríos, pozos, canteras o donde se hallasen los áridos y agregados. Esta categoría de características no recurrentes, ejecutadas directamente por la comunidad o sociedad civil organizada no debe sobrepasar los siguientes volúmenes de extracción: familiar hasta treinta (30) metros cúbicos; comunitario y social hasta cincuenta (60) metros cúbicos.

Las extracciones mayores a sesenta (60) metros cúbicos será autorizado por la Unidad a que corresponda, dependiente del Ejecutivo Municipal.

### **3.3. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL**

- **MEDIO AMBIENTE**

Entorno en el que opera una organización, incluyendo aire, agua, suelo, recursos naturales, flora, fauna, seres humanos y su interrelación. En este contexto, el entorno se extiende desde el interior de una organización hasta el sistema global. (SEMARNAT, 2010)

- **ASPECTO AMBIENTAL**

Elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con el medio ambiente. (SEMARNAT, 2010)

- **IMPACTO AMBIENTAL**

Todo efecto que se manifiesta en el conjunto de valores naturales, sociales y culturales existentes en un espacio y tiempo determinados y que pueden ser de carácter positivo o negativo. ( Ley de Medio Ambiente 1333)

- **DESEMPEÑO AMBIENTAL**

Resultados medibles relacionados con el control de los Aspectos Ambientales de una Organización. (Camacho, 2000)

- **CUERPO RECEPTOR**

Medio donde se descargan aguas residuales crudas o tratadas. ( Ley de Medio Ambiente 1333)

- **RESIDUO**

Material o sustancia peligrosa, orgánica, inorgánica, sólida, líquida, gaseosa, mezcla o combinación de ellas, resultantes o con destino a una actividad tecnológica o científica, cuyos componentes son susceptibles de tratamiento o recuperación. ( Ley de Medio Ambiente 1333)

- **EMISIÓN**

Descarga de contaminantes en forma de sólidos, líquidos o gases. (SEMARNAT, 2010)

- **PARTE INTERESADA**

Individuo o grupo de personas preocupadas o afectadas por el desempeño ambiental de una organización. (Camacho, 2000)

- **ÁRIDO**

Material granular inerte formado por fragmento de roca o arenas utilizados en la construcción (edificación e infraestructuras) y en numerosas aplicaciones industriales. Áridos conocidos: arena, grava, gravilla, etc. ( Ley de Medio Ambiente 1333)

- **AFLUENTE**

Arroyo o río secundario que lleva sus aguas a otro mayor o principal. (Camacho, 2000)

- **CAUCE DE RÍO**

Se llama cauce al lecho de un arroyo o de un río, es decir, a la depresión del terreno que contiene al agua. Puede decirse que el cauce es el lugar físico

donde fluye el agua en su curso, entre las orillas o riberas. (SEMARNAT, 2010)

- **DESLIZAMIENTO**

Un deslizamiento es un tipo de corrimiento o movimiento de masa de tierra, provocado por la inestabilidad de un talud. (SEMARNAT, 2010). Se produce cuando una gran masa de terreno se convierte en zona inestable y desliza con respecto a una zona estable, a través de una superficie o franja de terreno pequeño espesor. Los deslizamientos se producen cuando en la franja se alcanza la tensión tangencial máxima en todos sus puntos.

- **ESCOLLERA**

Conjunto de bloques de cemento que se depositan en el fondo del mar para proteger un dique o espigón de la acción del oleaje o como fundamento para la construcción de un muelle. (Camacho, 2000).

- **TALUD.-**

Inclinación de un terreno o de un muro. (SEMARNAT, 2010)

## **CAPÍTULO IV**

### **4.0 MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **4.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

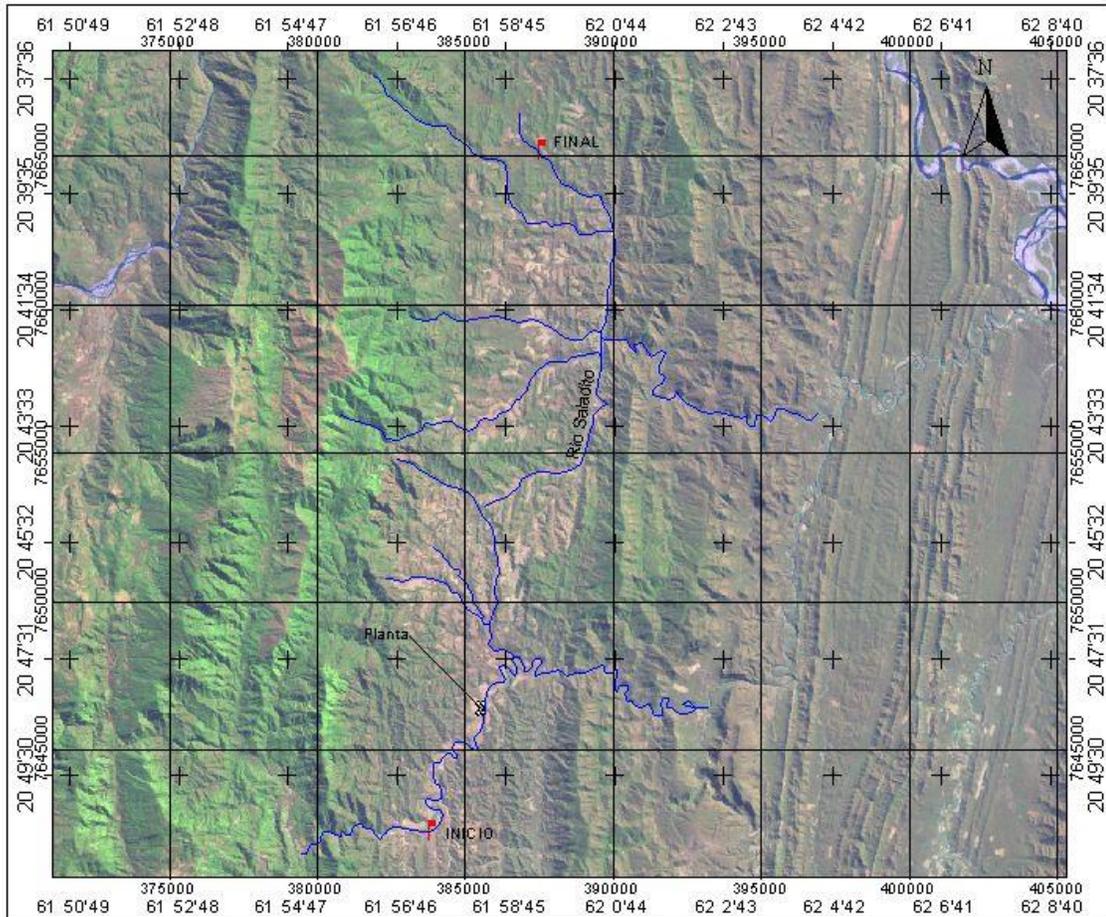
El área de estudio se encuentra ubicado en el Municipio de Entre Ríos, Provincia O'Connor que está ubicado en la parte central del departamento de Tarija, limita al norte con el departamento de Chuquisaca, al sudeste con la provincia Gran Chaco, al oeste con la provincia Cercado, al noroeste con la provincia Méndez y hacia el sudoeste con las provincias Arce y Avilés.

El territorio del municipio de Entre Ríos comprende una extensión territorial de 5.346,4 Km<sup>2</sup> aproximadamente, que representa el 14,2 % de la superficie departamental y el 0,49 % del territorio nacional.

De acuerdo a la Ley de Participación Popular y la Ley de Municipalidades, el territorio de la provincia ha sido dividido en Distritos Municipales, encontrándose ubicado el Área de Estudio en el distrito N°5 más propiamente en la comunidad de Saladito Norte.

## **FIGURA 5**

MAPA DE UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO



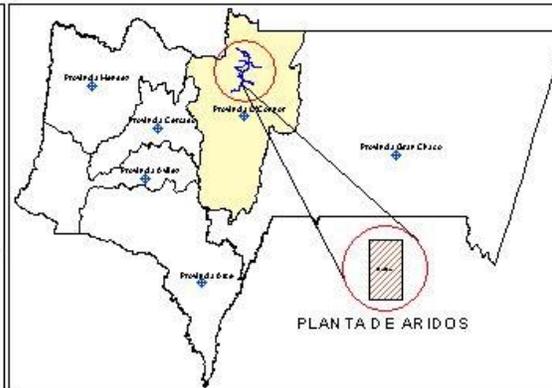
ESCALA 1 : 200.000



MAPA DE BOLIVIA



MAPA DE UBICACION DEPARTAMENTAL



LEYENDA



COORD. UTM (WGS-84)

RIPIERA

Punto	Xcoord	Ycoord
R-1	383952	7642286
R-2	387642	7665236

COORD. (UTM - WGS-84)

PLANTA

Punto	Xcoord	Ycoord
1	385455	7646506
2	385614	7646506
3	385614	7646228
4	385455	7646228

Tabla 7 DISTRITOS N° 5 CANTÓN Y COMUNIDADES ENTRE RÍOS TARIJA

<b>DISTRITOS</b>	<b>CANTONES</b>	<b>N°</b>	<b>COMUNIDADES</b>
DISTRITO 5	Tarupayo Oeste	1	San Simón
		2	Taquillos
		3	Lajitas
		4	Saladito Centro
		5	Agua Rica
		6	Potrerosillos
		7	Medio Cañón
		8	Timboy
		9	Agua Buena Caldera
		10	Mokomokal
		11	Saladito de Ñaurenda
		12	Ñaurenda
		13	Tomatirenda
		14	Morteritos
		15	Yukiporo
		16	Agua Buena Yukupita
		17	Machigua

		18	Serere Norte
--	--	----	--------------

Fuente: PDM, Entre Ríos, Tarija

La división de los sistemas, sub sistemas, cuencas y sub cuencas hidrográficas del municipio de Entre Ríos tienen la siguiente forma y definición:

- Sistemas Hídricos Principales: Río Pilcomayo y Bermejo
- Sub sistemas Hídricos: Subsistemas de los afluentes importantes de los sistemas de los ríos Pilcomayo y Bermejo
- Cuencas Hidrográficas: Unidad hidrológica de los cursos del agua de sexto orden
- Sub Cuencas Hidrográficas: Unidad hidrológica de los cursos de agua de cuarto y quinto orden.

**Tabla 8 SISTEMA HIDROGRÁFICO EN EL MUNICIPIO DE ENTRE RÍOS**

CUENCA	CUENCA MENOR	INFLUENCIA	AREA (Km <sup>2</sup> )	SUBCUENCA
	Río Camblaya – Pilaya	Agua Buena	134	Quebrada Añerenda y otras menores
		Cajas	52	Quebrada Cajas y Hoyadas
		Pescado	107	Huelta y Peñas, Papachacras
		San Josecito	116	Mojón, Capilla, Larrea,

				Negrillos, Yesal
		Naranjos	69	Naranjos
		Afluentes Menores	127	
	<b>Sub Total</b>		<b>605</b>	
<b>CUENCA</b>	<b>CUENCA MENOR</b>	Saladito	1200	Ñaurenda, Tomatirenda, Caldera, Timboy, Agua Salada,  <b>SUB CUENCA</b>
		<b>INFLUENCIA</b>	<b>AREA (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>CUENCA</b>
	Pilcomayo			Potrerosillos, Sivingal, Baisal, Huayco, El Potrero, Saladito
<b>PILCOMAYO</b>		Suaruro	460	Itiroro, Los Noques, Capiazul, Tapecua, Sunchal,

				Amareta, San Francisco
		Palos Blancos	578	Chimeo, MAndiyuti, Yacariapí, Chiqueritos, Colorada, Algodonal
		Ivoca	309	Cañón, Gringo, Huacaya
		Afluentes Menores	818	
Sub Total			3365	
<b>CUENCA</b>	<b>CUENCA MENOR</b>	<b>INFLUENCIA</b>	<b>AREA (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>SUB CUENCA</b>
		Nogal	158	Lacajes
		Salinas	1073	Santa Ana, Pajonal, Cuesta Vieja, Villa, Pinos,

Bermejo	Río Grande de Tarija			Quellu Mayo, La Sal
		Chiquiacá	935	Las Huacas, Uru Huacas, Honduras, Vallecito, Soledad, Miguel, Santa Rosa, Zapatar, San Lucas, Chorro, Zambio, Cañas, Los Pozos
		Afluentes Menores	273	
	Sub Total		2438	
<b>Total</b>	<b>6406</b>			

Fuente: PDM, Entre Ríos, Tarija

## 4.2. DESCRIPCION FISICO NATURAL DE LA ZONA DE ESTUDIO

La comunidad de Saladito Norte tiene las siguientes características físicas naturales

### 4.2.1. CLIMA

El clima es seco estacional razón por lo cual los valles reciben la denominación de Mesotermicos; las lluvias son bastantes variables que alcanzan entre 200 a 500 mm de precipitación media anual, con temperaturas medias anuales que oscilan entre 15 a 25 grados centígrados. ( PDM, Municipio de Entre Rios 2010)

#### **4.2.2. SUELOS**

Los suelos son diversos, en su mayoría poco desarrollado con texturas livianas a medianas con contenido de material heterogéneo y material orgánico lo que determina suelos inestables susceptibles a los procesos erosivos. ( PDM, Municipio de Entre Rios 2010)

#### **4.2.3. VEGETACIÓN**

La vegetación del Sub Andino comprende bosques, matorrales y pastizales que cubren una secuencia de serranías y colinas subparalelas y elongadas en dirección norte - sur.

Se presentan 4 tipos principales de vegetación: bosque de la selva Tucumano - Boliviana, bosque húmedo de la selva Tucumano - Boliviana, bosque subhúmedo transicional y bosque xerofítico del Chaco Serrano. (Zoonisig Tarija 2000)

#### **4.2.4. FAUNA**

La fauna en los valles secos está bastante alterada por la influencia humana principalmente por las actividades agropecuarias. ( PDM, Municipio de Entre Rios 2010)

#### **4.2.5. GEOMORFOLOGÍA**

El área de estudio presenta características fisiográficas bastante complejas, como el resultado de procesos geomorfo estructurales acompañados de agentes endógenos (diastróficos) y agentes exógenos como ser la meteorización.

El control fundamental de la modelación del paisaje es de carácter estructural, como también por acciones de la meteorización, erosión, movimientos en masa y el resultado diferencial de la dureza y compactación de roca.

La geomorfología se caracteriza por presentar una secuencia subparalela de serranías que extendiéndose hacia el oriente, éstas van disminuyendo de altura hasta llegar a la llanura Chaco beniana. Geológicamente, esta provincia presenta rocas pelíticas, psamíticas, semi resistentes y dúctiles a la erosión. La morfología se basa fundamentalmente en el control geo estructural donde los cordones montañosos o serranías corresponden a los anticlinales y los valles a los sinclinales. Entre los cordones montañosos se observan paisajes de colinas altas y bajas con disección variable, en algunos casos ondulaciones con tendencia a formar llanuras.

Los valles y llanuras que constituyen la zona de influencia del proyecto, son el resultado de la acumulación de material aluvial y coluvial como consecuencia del proceso de erosión y remoción de las cimas y serranías. (PDM, Municipio de Entre Ríos 2010)

#### **4.2.6. CLIMATOLOGÍA**

Una gran parte del departamento de Tarija se caracteriza por recibir escasas precipitaciones pluviales, concentrándose las mismas de diciembre a marzo. De esta manera observamos que, las actividades agrícolas se concentran en este periodo, en algunas áreas estas actividades no son posibles sin riego. Con

cierta regularidad, la cantidad y frecuencia de las lluvias se reduce, generando sequías.

En general la Provincia O' Connor presenta un clima mesotérmico templado, cálido y húmedo, inviernos templados y secos.

Según el mapa climático de Tarija ZONISIG (1998), el área de estudio tiene un tipo climático Semiárido Megatermal (Ls 3.I). Por otro lado, según el mapa ecológico de Bolivia, Unzueta (1975), el área de estudio corresponde a la zona ecológica transicional de Bosque Seco Templado Seco (bs-TE). (Zoonisig Tarija 2000)

#### **4.2.7. FISIOGRAFÍA**

El área donde se emplaza el camino objeto del presente estudio se encuentra en la Provincia fisiográfica denominada Subandino.

Presenta una característica exclusiva de una secuencia, serranías subparalelas y elongadas con dirección aproximada Norte-Sud y valles intermontanos estrechos y amplios, también subparalelos. Entre los cordones montañosos se observan pasajes de colinas altas y bajas con disección variable, en algunos casos ondulaciones con tendencia a formar llanuras.

Los suelos son muy variables, generalmente superficiales, bien drenados y texturas medias, en los pequeños valles son más profundos.

Los valles y llanuras son el resultado de la acumulación de material aluvial y coluvial como consecuencia del proceso de erosión y remoción de las colinas y serranías. (PDM, Municipio de Entre Ríos 2010)

#### **4.2.8. RECURSOS HÍDRICOS**

La Provincia O'Connor forma parte del gran sistema hidrográfico de la cuenca del río de La Plata, diferenciándose dos sistemas hídricos importantes: ríos que

fluyen en sentido norte a la cuenca del río Pilcomayo con un área de cuenca aproximada de 3324 Km<sup>2</sup>, representando aproximadamente el 62 % del total de la superficie de la Provincia y los ríos que fluyen en sentido sur a la cuenca del río Bermejo con un área de 2056 Km<sup>2</sup>, constituyendo el 38 %.

La cuenca hidrográfica en la cual está comprendida el trazo del camino objeto del presente estudio, pertenece a la cuenca del río Pilcomayo con una dirección general de drenaje rumbo Sur– Norte. (PDM, Municipio de Entre Ríos 2010).

### 4.3. METODOLOGÍA

#### 4.3.1 MÉTODO

- **DESCRIPTIVO.** con esta metodología se podrá describir la zona de estudio en este caso la comunidad de Saladito Norte – Río Salado de la provincia O'Connor,
- **ANALÍTICO.** con esta metodología se realizará el estudio de los impactos negativos que ha causado la extracción de áridos, a través de la observación.
- **DEDUCTIVO** En el presente proyecto se utilizó el método Deductivo ya que,. con este método se distinguen los elementos de un fenómeno y se procede a revisar ordenadamente cada uno de ellos por separado.  
Se aplican esas leyes a situaciones particulares y a través de la síntesis se integran conocimientos aparentemente no relacionados.  
Por otra parte, existe una íntima relación entre el método deductivo y el sintético, el método inductivo y el analítico, ya que la inducción puede considerarse como un análisis y la deducción como una parte de la síntesis.

### 4.4. TÉCNICAS DE RECOLECCION DE LA INFORMACION

Las técnicas de recolección de información que se utilizarán para obtener información y evaluar las evidencias son las siguientes:

#### **4.4.1 TÉCNICA DE LA OBSERVACIÓN**

Es el método por el cual se establece una relación concreta e intensiva entre el investigador y el hecho social o los actores sociales, de los que se obtienen datos que luego se sintetizan para desarrollar la investigación.

Consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis.

Se observaran en primera instancia los impactos Ambientales en la comunidad Saladito norte – rio Salado, provincia O´Connor del departamento de Tarija

#### **4.4.2 TÉCNICA DOCUMENTAL**

Se caracteriza por el empleo predominante de registros gráficos y sonoros como fuentes de información, generalmente se le identifica con el manejo de mensajes registrados en la forma de manuscritos e impresos, por lo que se le asocia normalmente con la investigación archivística y bibliográfica.

La investigación documental juega un papel muy importante dentro de la elaboración de cualquier búsqueda de información.

Se recopilarán todos los fundamentos teóricos para el desarrollo del proyecto.

#### **4.4.3 HOJAS DE CAMPO**

Se realizará la elaboración de fichas para poder verter la información obtenida, donde incluirán fotografías del lugar de inspección. (NADR-EGG, Ezequiel, 1997)

#### **4.5. MATERIALES A UTILIZAR**

- Materiales de Análisis
  - Tamiz
  - Equipo de Protección (botas, gorra, lentes, guantes)
  - Tablero
  - Bolígrafos
  - Pala para toma de muestra

- Materiales de Escritorio
  - Computador
  - Hojas de papel bond
  - Lapiceras, Lápices
  - Folders
  - Kardex

## CAPÍTULO V

### 5.0 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 5.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

En el siguiente cuadro se muestran los diferentes tipos de Impactos Ambientales:

**Tabla 9 LISTA DE IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS DEL APROVECHAMIENTO DE ÁRIDOS EN LA COMUNIDAD DE SALADITO NORTE-RÍO SALADO**

FACTORES AMBIENTALES	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTOS AMBIENTALES
AGUA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extracción del material en el cauce del río</li> <li>• Vertido de grasas y aceites ocasionados por la maquinaria</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deterioro de la Calidad del agua como así también modificación de su cauce.</li> <li>• Contaminación físico química del agua por grasa y aceite de maquinaria trabajando en el cauce de río</li> <li>• Coliformes Fecales</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de un pozo séptico cerca de la planta de acopio de áridos</li> <li>• Extracción descontrolada de los áridos en las orillas del río</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desbordes de las crecidas de río</li> </ul>
<p><b>FACTORES AMBIENTALES</b></p> <p>SUELO</p>	<p><b>ASPECTO AMBIENTAL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corte de árboles y falta de protección a los taludes de los ríos</li> <li>• Falta de reposición del material de descarte retirado al iniciar las actividades</li> <li>• Falta de programa de revegetación de especies adecuadas al clima</li> <li>• Residuos Sólidos generados por la presencia de trabajadores en la zona</li> </ul>	<p><b>IMPACTOS AMBIENTALES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de los procesos erosivos y pérdida total del suelo</li> <li>• Cambio de la topografía e inestabilidad del suelo</li> <li>• Generación de pasivo ambiental</li> <li>• Generación de Residuos</li> </ul>

ECOLÓGICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corte de árboles para ningún uso</li> <li>• Falta de programas de reforestación</li> <li>• Vehículos circulando a máxima velocidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destrucción de la Vegetación Natural</li> <li>• Cambio de Paisaje</li> <li>• Ruido</li> <li>• Migración de la fauna acuática y terrestre</li> </ul>
<p><b>FACTORES AMBIENTALES</b></p> <p>AIRE</p>	<p><b>ASPECTO AMBIENTAL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas de compresión y motores generadores</li> <li>• Trabajo continuo de extracción sin supervisión médica</li> <li>• Maquinaria en mal estado</li> </ul>	<p><b>IMPACTOS AMBIENTALES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Partículas en Suspensión</li> <li>• Generación de Ruido</li> <li>• Daños a la salud de la Población</li> <li>• Emisión de Gases</li> </ul>
SOCIO ECONÓMICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de capacitación al personal o falta de uso de equipo de protección personal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riesgos de accidentes</li> <li>• Afectación a la Salud Humana</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia

## **5.2. PROPUESTAS DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN**

Las Medidas de Mitigación que se presentan a continuación, se realizaron acordes a los impactos ambientales negativos que se identificaron en la Comunidad Saladito Norte - Río Salado ubicado en el Departamento de Tarija.

La extracción de materiales en lechos de quebradas o ríos son actividades esenciales para la ejecución de cualquier obra de infraestructura, sin embargo, desde el punto de vista ambiental; estas son actividades que generan impactos negativos al ambiente a corto plazo.

Entre los impactos que el aprovechamiento de áridos causa al ambiente se encuentran:

- Ecológicos: Erosión, destrucción del Hábitat, azolvamiento de fuentes de agua, contaminación por desechos sólidos, contaminación del aire con polvo y ruido.
- Sociales: Riesgo de accidentes por la cercanía de hogares y tránsito constante en los sitios de extracción.

En este sentido, las medidas de mitigación que se implementarán estarán de acuerdo al proceso de aprovechamiento de áridos.

**Tabla 10 PROPUESTA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL FACTOR AGUA**

<b>FACTOR AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTOS AMBIENTALES</b>	<b>PROPUESTAS DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN</b>
AGUA	Deterioro de la calidad del agua como así también modificación del cauce	<p>Para llegar al área donde se intervendrá para la extracción del material, se debe realizar una canalización del río, con el fin de evitar transportar en todo el ancho del cauce.</p> <p>La extracción del material se debe orientar en la parte central del eje del cauce principal, no se debe realizar la extracción de áridos de los márgenes u orillas del río con el fin de proteger las riberas del mismo.</p>
	Contaminación física química al agua por grasa y aceites de maquinaria trabajando en el cauce de río	<p>No se permite lavar ningún tipo de herramienta o recipiente que haya contenido combustibles y lubricantes en el lecho del río</p> <p>No se permitirá el cambio de lubricantes, aceites y combustible dentro del área de aprovechamiento de áridos esta actividad se debe hacer en sus respectivos lugares.</p> <p>El uso de agua de jabón, detergentes, champús, queda prohibida en el río Salado.</p>

	Coliformes Fecales	Construcción de un pozo séptico a una distancia de 25 metros de la planta de acopio de áridos, en suelo firme y en topografía plana, aplicando normas de higiene y seguridad.
--	--------------------	---

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 11 PROPUESTA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL FACTOR SUELO**

<b>FACTOR AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTOS AMBIENTALES</b>	<b>PROPUESTAS DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN</b>
SUELO	Aumento de los procesos erosivos y pérdida del suelo	Prohibición del corte de árboles y protección de taludes del río  Construcción de canales de piedras aplicando las obras de ingeniería destinadas a la protección y restauración del cauce de la micro cuenca con el fin de evitar la socavación hídrica de la base y la erosión de taludes
	Cambio de la topografía e inestabilidad	Revegetación con especies adecuadas al clima y terreno, sin empleo de medidas agresivas como maquinaria pesada o surcos a favor de pendiente.

	Generación de Residuos	<p>En esta actividad por la presencia de trabajadores, que consumen insumos, generan residuos sólidos.</p> <p>La empresa debe otorgar contenedores móviles, para provenir que estos se dispersen.</p>
--	------------------------	---

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 12 PROPUESTA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL FACTOR ECOLÓGICO**

<b>FACTOR AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTOS AMBIENTALES</b>	<b>PROPUESTAS DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN</b>
	Destrucción de la vegetación natural	<p>No se permitirá el corte de árboles para ningún uso</p> <p>No se permitirá ningún corte de árboles en el cauce donde se extraerán los áridos, ni en lugar de acopio</p>

ECOLÓGICO		No se permitirá la extracción de áridos del cauce del río donde exista vegetación arbórea o arbusiva
	Cambio del Paisaje	Se debe evitar la localización clandestina de los buzones en cualquier lugar, esto no proporciona una buena visión paisajista.  Es importante la reforestación de las áreas de intervención de trabajo
	Migración de la fauna acuática y terrestre	Minimizar el desborde y desmontes  Reducir la velocidad de circulación de los vehículos evitará la muerte de la fauna terrestre  Control periódico de los silenciadores de motores  Capacitación ambiental

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 13 PROPUESTA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL FACTOR AIRE**

<b>FACTOR AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTOS AMBIENTALES</b>	<b>PROPUESTAS DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN</b>
AIRE	Partículas en Suspensión	<p>Utilización de movilidades adecuadas (cisternas) para el rociado constante o según requerimiento</p> <p>Para el transporte de materiales de deberán cubrir los camiones con lonas y de ser posible transportar los materiales húmedos para mitigar el efecto producido por las emisiones de polvo y partículas debido al tránsito de los vehículos y maquinarias en funcionamiento.</p>
	Generación de Ruido	<p>Instalación de sistemas de confinamiento de ruido en compresora y motores generadores en los campamentos y áreas industriales, consistentes de mamparas o muros de aislante de ruido. El contratista deberá dotar y establecer el uso obligatorio de protectores auditivos para el personal que trabaje o se encuentre frecuentemente cerca de la maquinaria o equipo que emite ruidos.</p> <p>Los equipos y maquinaria deberán estar sujetos a un mantenimiento periódico de acuerdo a las especificaciones técnicas. Está medida</p>

		<p>permitirá obtener un funcionamiento adecuado a los equipos y una reducción en los niveles de ruido.</p>
	<p>Daños a la salud de los trabajadores</p>	<p>Se debe dar asistencia médica a los trabajadores que se encuentran operando en la planta de áridos ya que ellos también son afectados y de alguna manera se debe dotar de protectores auditivos</p>
	<p>Emisiones de gases</p>	<p>El equipo y maquinaria deberán estar sujetos a un mantenimiento periódico de acuerdo con las especificaciones técnicas operando para cumplir con límites permisibles de calidad de aire. Esta medida permitirá obtener una combustión completa, un funcionamiento adecuado de los equipos y reducción de los niveles de gases.</p>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 14 PROPUESTA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL FACTOR SOCIOECONOMICO**

<b>FACTOR AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTOS AMBIENTALES</b>	<b>PROPUESTAS DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN</b>
SOCIOECONOMICO	Riesgos de Accidentes	Se debe realizar la capacitación al personal que realice los trabajos con instrucciones de Seguridad Ambiental y Medio Ambiente para trabajar con condiciones y acciones seguras, todo el personal estará consciente del manejo de residuos sólidos y peligrosos para evitar la contaminación del medio físico y biótico.

		Al mismo tiempo se debe contar con un botiquín completo de primeros auxilios al margen de la respectiva capacitación.
	Afectación a la Salud Humana	Se coordinará y socializará la presente actividad de explotación de Áridos en el rio Salado con los vecinos de esta comunidad, para que brinden su aceptación. Haciéndoles conocer todos los trabajos que se realicen en las diferentes etapas

Fuente: Elaboración Propia

**TABLA 15 PROPUESTA DE ACTIVIDADES EN LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL FACTOR AGUA**

<b>IMPACTOS AMBIENTALES</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Contaminación física-química al agua por grasa y aceites de maquinaria trabajando en el cauce del río.	Elaboración de un programa de capacitación en el cual se haga énfasis la importancia de los cuidados de los ríos.
Coliformes fecales	Construcción de un pozo séptico a una distancia de 25m de la planta de acopio de áridos se tomar en cuenta que también se debe construir un pozo absorbente para evitar la colmatación o rebalse de los Coliformes fecales.
Desviación del curso del río.	En la desviación del cauce el personal de trabajo debe tomar previsiones que esta actividad solo sea temporal. Las piedras de mayor tamaño deben ser trasladadas a lugares adecuados para los posibles encause.
Desbordes de las crecidas de los ríos	Se hará uso de las propuestas ambientales para la construcción de encause y defensivos como la construcción de gaviones de esta manera se evitará posibles inundaciones y por ende evitando el arrastre de los cultivos agrícolas que se encuentran a orillas del río Salado.

Fuente: Elaboración Propia

**TABLA 16 PROPUESTA DE ACTIVIDADES EN LAS MEDIDAS DE  
MITIGACIÓN DEL FACTOR SUELO**

<b>IMPACTOS AMBIENTALES</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Aumento de los procesos erosivos y pérdida total del suelo	Construir canales de piedras aplicando las obras de bioingeniería destinadas a la recuperación y restauración del cauce de la micro cuenca con el fin de evitar la socavación hídrica de la base y la erosión de taludes
Cambio de la topografía e inestabilidad	Se procederá a la revegetación con especies adecuadas al clima y terreno» sin empleos de medidas agresivas como maquinarias pesadas o surcos a favor de pendientes.
Generación de residuos	La empresa debe otorgar contenedores móviles para prevenir que estos se dispersen los contenedores debe ser de acuerdo al número del personal de trabajo.

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 17 PROPUESTA DE ACTIVIDADES EN LAS MEDIDAS DE  
MITIGACIÓN DEL FACTOR ECOLOGICO**

<b>IMPACTOS AMBIENTALES</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Destrucción de la vegetación natural	Revegetación con especies del lugar
Cambio del paisaje	Reforestación con especies de lugar Limpieza de la basura dispersada que también genera mala imagen del paisaje.

Migración de la fauna terrestre y acuática.	Instalación de barreras de retención de sedimentos para evitar los daños a las especies acuáticas Elaboración de un programa de control y conservación de las máquinas emisoras de ruidos dentro de niveles aceptables para evitar la migración de la fauna terrestre.
Generación de ruido por tráfico vehicular y actividad de maquinarias en funcionamiento en la planta industrial	Dotación del EPP a los trabajo incluyendo los protectores auditivos -Elaborar un programa de mantenimiento de maquinarias para eliminar los ruidos procedentes de piezas desgastadas o desajustadas

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 18 PROPUESTA DE ACTIVIDADES EN LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL FACTOR AIRE**

<b>IMPACTOS AMBIENTALES</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Partículas en suspensión	Para el transporte del material procesado se debe cubrir las volquetas con lona si es posible para evitar las partículas en suspensión. Es necesario elaborar un programa de rociado según lo requerido.
Generación de ruidos	Los equipos y maquinaria deberán estar sujetos a un mantenimiento periódico de acuerdo a las especificaciones técnicas. Esta medida permitirá obtener un funcionamiento adecuado de los equipos y una reducción en los niveles de ruido
Daños a la Salud de los Trabajadores	Se debe contar con Asistencia medica para cualquier posible accidente que pueda estar sujeto algun trabajador, como tambien los equipos necesarios para el traslado a una centro de salud en caso de que la enfermedad o accidente sea de gravedad

Emisiones de gases	Los vehículos y maquinaria deberán estar sujetos a una planificación de mantenimiento periódico de acuerdo con las especificaciones técnicas , de tal manera que las emisiones no deben sobrepasar los límites permisibles
--------------------	--

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 19 PROPUESTA DE ACTIVIDADES EN LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL FACTOR SOCIOECONOMICO**

<b>IMPACTOS AMBIENTALES</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Riesgos de Accidentes	Se debe realizar la capacitación al personal que realice los trabajos con instrucciones de Seguridad Ambiental y Medio Ambiente para trabajar con condiciones y acciones seguras, todo el personal estará consciente del manejo de residuos sólidos y peligrosos para evitar la contaminación del medio físico y biótico.
Afectación a la Salud Humana	Se coordinará y socializará la presente actividad de la explotación de Aridos en el rio Salado con los vecinos de esta comunidad, para que brinden su aceptación. Haciendoles conocer todos los trabajos que se realicen en las diferentes etapas

Fuente: Elaboración Propia

### **5.3. ANÁLISIS DEL AGUA**

Según los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos realizados en el laboratorio (RIMH) Agua, Suelo, Alimento y Análisis Ambiental determinaron los siguientes resultados, muestra que se tomó en la progresiva 5+300 Rio Salado

**Tabla 20 PUNTO 1: PROGRESIVA 5+ 300 RESULTADO DE LOS ANÁLISIS FÍSICOS**

<b>ANÁLISIS FÍSICOS</b>			
<b>PARÁMETROS</b>	<b>PUNTO 1</b>	<b>LÍMITES PERMISIBLES</b>	
		<b>CLASE</b>	<b>CUMPLIMIENTO</b>
Temperatura	14,30 °C	+/- 3° de C. Receptor <b>(B)</b>	No Cumple
pH	7,15	6,0 a 8,5 <b>(A)</b>	Cumple
Sólidos Totales Suspendidos	211,20 mg/l	<1000 ml/l <b>(B)</b>	No Cumple
Sólidos Totales Disueltos	157,00 mg/l	1000mg/l <b>(A)</b>	Cumple
Sólidos Totales	96,07 mg/l	1000 mg/l <b>(B)</b>	No Cumple
Conductividad	315,00 uS/ cm		Cumple
Turbidez	21,81 NTU	< 10ml/l <b>(B)</b>	No Cumple

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la clasificación de los cuerpos de agua según su aptitud de uso corresponde a la clase B, por lo que realizada la comparación con los valores obtenidos de los análisis de agua enviados a laboratorio donde se concluye:

Los métodos físicos permiten obtener información del estado de las muestras en el instante mismo en que fueron obtenidas, según el análisis físico de los resultados no se encuentran dentro de los parametros normales según el RMCH, siendo esta no apta para consumo humano ya que se observa un indice elevado de turbidez y se afirma la contaminacion de los solidos disueltos

**TABLA 21 PUNTO 1: PROGRESIVA 5+ 300 ANÁLISIS QUÍMICO**

<b>ANÁLISIS QUÍMICO</b>			
<b>PARÁMETROS</b>	<b>PUNTO 1</b>	<b>LÍMITES PERMISIBLES</b>	
		<b>CLASE</b>	<b>CUMPLIMIENTO</b>
Demanda bioquímica de oxígeno	9,00 mg/l	<2 C <b>(B)</b>	No Cumple
Demanda química de oxígeno	18,99 mg /l	6,0 a 8,5 <b>(C)</b>	No Cumple
Fósforo total (como P)	0,90 mg/l	0,4 <b>(C)</b>	No Cumple
Nitrato (como NO <sub>3</sub> »)	2,67 mg/l	20 <b>(C)</b>	No cumple
Nitrito (como NO <sub>2</sub> )	0,13 mg/l	<1,0 <b>(A)</b>	Cumple
Nitrógeno Amoniacal	0,5 mg/l	<0,5 <b>(A)</b>	Cumple

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la clasificación de los cuerpos de agua según su aptitud de uso corresponde a agua de clase C, por lo que realizada la comparación con los valores obtenidos de los análisis de agua enviados a laboratorio donde se concluye:

Según el cuadro anterior, se distingue que el 50% de los parámetros se encuentran dentro de lo normal tomando en cuenta que la demanda bioquímica de oxígeno, el nitrato y nitrógeno amoniacal que no cumplen con los parámetros normales de la Clase A.

**Tabla 22 PUNTO 1: PROGRESIVA 5+300 ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO**

<b>ANÁLISIS BACTEREOLÓGICO</b>			
<b>PARÁMETROS</b>	<b>PUNTO 1</b>	<b>LÍMITES PERMISIBLES</b>	
		<b>CLASE</b>	<b>CUMPLIMIENTO</b>
Coliformes Totales	5,80 E + 03 NMP/100ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras <b>(C)</b>	No Cumple
Coliformes Fecales	6,00 E + 00 NMP/ 100 ml	NMP/ 100ml <b>(C)</b>	No Cumple

Fuente: Elaboración Propia

Los métodos biológicos se fundamentan en el estudio de plantas y animales acuáticos, los cuales reaccionan ante los cambios físico-químicos del medio en el que se desenvuelven. Por lo tanto, este método determina el grado de alteración biológica que sufrió el cuerpo de agua.

Según la tabla anterior existe una alteración de los Coliformes totales en el agua no cumpliendo con los límites permisibles en el análisis bacteriológico; considerándose de esta manera no apta para el consumo humano ya que dentro de los Coliformes totales se encuentra un sub grupo de Coliformes fecales que comprenden principales bacterias como ser la escherichia- coli.

## CAPÍTULO VI

### 6.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 CONCLUSIONES

Una vez concluido el presente trabajo, se tienen las siguientes conclusiones:

Toda actividad referente a la extracción de áridos en curso de ríos y afluentes, debe enmarcarse y cumplir con la ley de aprovechamiento y explotación de áridos y agregados (ley municipal Autonómica nº 26/2016 de la alcaldía municipal de entre ríos provincia O`Connor Tarija – Bolivia).

- El yacimiento en curso de agua en la Comunidad de Saladito Norte, Río Salado es aprovechado mediante el tipo de trinchera desde la cota superior inicialmente sobre la terraza aluvial. La extracción de áridos genera impactos ambientales negativos ya que gran cantidad de materiales en el río es removido y trasladado, utilizando para este fin maquinaria pesada ocasionando la emisión de gases, partículas en suspensión y la generación de ruidos como así también provoca el aumento de los procesos erosivos, cambio de la topografía e inestabilidad de los suelos, de la misma forma se utilizan grandes cantidades de agua para la etapa del lavado del material, provocando el deterioro de la calidad de agua, modificación del cauce principal y contaminación físico química.
- Dentro de las medidas de mitigación a implementar a la extracción de áridos, teniendo como base la identificación de los impactos negativos, se propuso el mantenimiento rutinario de la maquinaria para evitar la contaminación por la emisión de gases, partículas en suspensión y generación de ruidos. De igual manera el mantenimiento de la maquinaria evita a que se genere la contaminación al curso de agua. Para evitar los procesos erosivos y el cambio de la topografía, se procederá a la revegetación con especies adecuadas al clima y terreno, la prohibición del corte de árboles y protección de taludes del río. De igual manera la construcción de canales de piedras destinadas a la protección con el fin de evitar la socavación hídrica de la base y la erosión de taludes.

- De acuerdo a los resultados obtenidos de los análisis físico químicos y bacteriológico y enmarcados en el RMCH, se concluye que los datos obtenidos corresponden a la clase C, ocasionando este cambios en el aspecto físico del agua, perturbando la infiltración de la luz solar al interior del río. De la misma forma dentro de los Coliformes totales se encuentra un sub grupo de Coliformes fecales que comprenden principales bacterias como ser la escherichia- coli, pudiendo ocasionar este daños a la salud humano.
- La hipótesis planteada es verdadera dada que las medidas de mitigación sobre los impactos en la extracción de áridos, son acciones que la instancia encargada dentro del Gobierno Municipal de Entre Ríos ejecutara en los trabajos futuros a realizar.

## **6.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda elaborar un programa de concientización dirigida a poblaciones colindantes a las zonas de extracción, en cuanto al aprovechamiento de áridos y la importancia del cuidado del río Salado y de todo lo que concierne el medio ambiente.
- Se recomienda a las autoridades competentes responsables de emitir informes y/o concesiones para la extracción de áridos que deben elaborar la documentación respectiva para dicha actividad ya que los áridos depositados en los cauces de los ríos solo pueden ser aprovechados en una proporción equivalente a los excedentes de arrastre, vale decir el material de recarga.
- Se recomienda a las empresas que las excavaciones tienen que realizarse en franjas paralelas al eje del cauce, evitando la apertura de zanjas en direcciones transversales a este.

- Se recomienda a las empresas que las excavaciones no deben, superar en profundidad las cotas normales del fondo y de pendiente del cauce con el fin de evitar procesos de erosión.