

**CONGRESO
IBEROAMERICANO**
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

**CONGRESSO
IBERO-AMERICANO**
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

**LA UTILIZACION DEL MATERIAL DE DESCARTE DE
PORFIDO EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN
COMO ALTERNATIVA PARA EVITAR LA
EXPLOTACIÓN MASIVA DE YACIMIENTOS
NATURALES EN LA REGION COSTERA DE LA
PROVINCIA DEL CHUBUT**

Leda Cotti de la Lastra

LA UTILIZACION DEL MATERIAL DE DESCARTE DE PORFIDO EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN COMO ALTERNATIVA PARA EVITAR LA EXPLOTACIÓN MASIVA DE YACIMIENTOS NATURALES EN LA REGION COSTERA DE LA PROVINCIA DEL CHUBUT

Ing. Leda Cotti de la Lastra*,
Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco -
Sede Trelew/ Belgrano N°504 - 2° Piso. (9100) Trelew – Chubut/Tel-Fax
(0280)4428402
delegaciontw@ing.unp.edu.ar-ledacotti@hotmail.com

Palabras clave: Pórfido, canto rodado, hormigón

Resumen:

Este trabajo forma parte de una investigación desarrollada en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco sede Trelew, cuyo objetivo fundamental consiste en introducir un cambio en la concepción de los procedimientos utilizados en la elaboración de hormigones a escala industrial y aquellos destinados a elaboración de productos prefabricados con la finalidad de efectuar un aporte al desarrollo sustentable en la región.

Tres cuartas partes del volumen del hormigón, lo constituyen los áridos, de manera que sus características influyen notablemente en las propiedades finales de dicho producto. En la región costera patagónica es práctica normal en la elaboración de hormigones, la utilización de agregados provenientes de yacimientos marinos o litorales, constituidos por canto rodado, sin embargo la extracción a escala masiva provoca el deterioro de la flora y fauna nativa y la erosión del suelo, situación que compromete la sustentabilidad del medioambiente ya que se trata de una región extremadamente sensible dada sus condiciones climáticas adversas.

Al mismo tiempo, la industria del pórfido en la región, que constituye en la actualidad una de las actividades económicas más importantes por detrás del aluminio y la pesca, genera en su industrialización grandes volúmenes de material de descarte. Dicho material constituye un desecho cuya acumulación a lo largo del tiempo provocará también inconvenientes desde el punto de vista ambiental sobre todo tratándose de una región que posee un gran atractivo turístico producto fundamentalmente del avistaje de especies marinas y terrestres, apreciados por miles de visitantes a lo largo del año,

Se exponen en el presente trabajo los resultados del relevamiento efectuado sobre los yacimientos naturales ubicados en el sector en estudio, evaluando su estado y el efecto de su explotación sobre el medioambiente y los primeros resultados obtenidos que permiten caracterizar al material de descarte como agregado apto para uso en hormigón otorgándole así utilidad a un material de desecho producto de una industria en franco crecimiento.

1. Introducción

Es bien sabido que el 60 al 75% del volumen del hormigón, lo constituyen los áridos, de manera que sus características están en gran parte influenciadas por las propiedades de los mismos.

En la región costera patagónica argentina es práctica frecuente en la elaboración de hormigones, la utilización de agregados provenientes de yacimientos marinos o litorales, constituidos por canto rodado. Si bien se trata en general de materiales limpios y bien graduados, que por un lado favorecen las características del hormigón en estado fresco, en cuanto a que se logra una adecuada trabajabilidad, por otro lado poseen una textura superficial completamente lisa que conduce a una interfase débil, lo que se traduce en una disminución de resistencia, ya que el efecto de la adherencia entre la pasta y el agregado es un valor limitante. Aun incorporando altos contenidos de cemento en las mezclas, es dificultoso lograr resistencias elevadas, sobre todo cuando se utilizan cementos compuestos. Incluso el hecho de aumentar el contenido de cemento puede conducir a otros problemas, tales como fisuración temprana, contracciones no deseadas etc., aspectos que influyen sobre la durabilidad del hormigón.

Por otro lado la extracción de agregados de estos yacimientos naturales provoca en la región un daño ambiental al modificar las condiciones naturales del terreno y su entorno.

Esta investigación tiene como objetivo fundamental introducir un cambio en la concepción de los procedimientos utilizados en la elaboración de hormigones en la región con el propósito de incorporar variaciones en los materiales tradicionalmente utilizados. Se trata entonces de determinar la potencialidad de uso de un material de descarte proveniente de la explotación de pórfido en la región, al incorporarlo como parte del agregado utilizado tradicionalmente. En efecto, la industria del pórfido ha adquirido un desarrollo importante sobre todo en la última década con la radicación en la ciudad de Puerto Madryn, de varias empresas dedicadas a la extracción y comercialización de este producto constituyendo una actividad económica de gran importancia. Si bien esta explotación significa un favorable impacto económico, provoca también un impacto ambiental desfavorable. Ello es así, dado que en el procesamiento en planta, para la extracción de los subproductos más requeridos, se generan grandes cantidades de material de descarte, constituido fundamentalmente por trozos de roca de pequeñas a medianas dimensiones que se acumulan en grandes cantidades en los sectores aledaños a estos emprendimientos.

Se estima que en total las plantas radicadas en la ciudad de Puerto Madryn producen un descarte de más de 33.000 m³ anuales. Este material constituye un desecho cuya acumulación a lo largo del tiempo provocará inconvenientes desde el punto de vista ambiental sobre todo tratándose de una región que posee un gran atractivo turístico como zona de preservación del medio ambiente.

2. Situación geográfica y características de la región.

La Provincia del Chubut se encuentra ubicada entre los paralelos 42 y 46 de latitud Sur y posee una superficie de 224.286 km², siendo la tercera en extensión de las provincias argentinas (Figura 1). El 90 % de la superficie total presenta características de aridez y semiaridez generada principalmente por las exiguas precipitaciones, inferiores a los 200 mm en la mayor parte de la provincia, que se ve acentuada por los fuertes vientos que soplan en forma casi continua del sector oeste. Sobre este ambiente frágil se ejerce desde hace más de 100 años una intensa presión, resultado de diversas actividades humanas entre las que podemos incluir con un alto grado de participación la actividad minera producto de la extracción de áridos para la construcción.

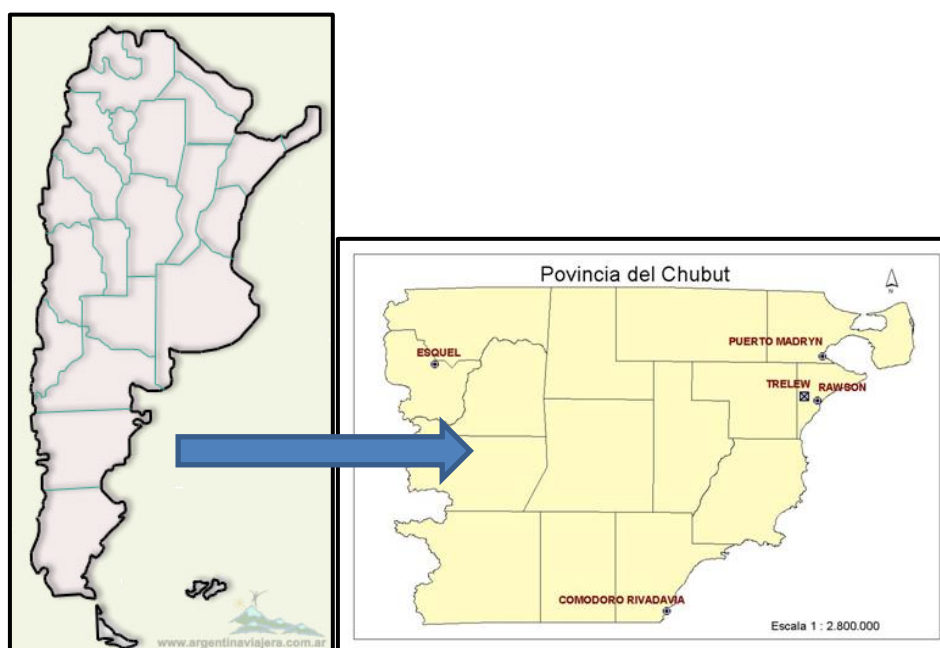


Figura 1: Ubicación de la provincia del Chubut en la república argentina.

3. Aspectos generales producto de la extracción de áridos.

Los áridos son sin duda la materia prima básica para el desarrollo. Sin embargo su extracción se enfrenta a una encrucijada: la demanda aumenta tan rápidamente como empeora la imagen que tiene de esta industria (y de la minería en general), la sociedad. En los países más desarrollados las iniciativas políticas incorporan cada vez mayores limitaciones al desarrollo minero en general, en defensa del desarrollo sostenible y del medioambiente. Sin embargo debemos reconocer que sin los áridos no existirían ni edificios, ni autopistas, ni puentes, ni presas, etc. El desarrollo tecnológico, los logros técnicos, el crecimiento del consumo y unas especificaciones cada vez más estrictas han colocado a los áridos en el lugar que les corresponde: la industria minera más importante del mundo en términos de volumen de producción, ya que representa más del 60% (17.655 M t/año) de la producción minera mundial. [1]

En las últimas décadas la extracción de áridos naturales ha aumentado en forma indiscriminada en base a las necesidades locales y sin un gran control regulatorio, ya que primaba la necesidad sobre los efectos perniciosos en el medio. Esta situación no fue ajena a la Provincia del Chubut.

3.1. Efectos de la explotación de agregados en la Provincia de Chubut

El efecto de la extracción de áridos naturales sobre todo en la región costera de la provincia de Chubut provoca entre otras cosas el deterioro y pérdida de suelo por reducción de la cobertura vegetal protectora. El suelo constituye el soporte fundamental de toda forma de vida terrestre, cada tipo de suelo está asociada a un microclima, formación vegetal y estructura ecológica únicas estrictamente interrelacionada, de tal forma que la modificación de cualquiera de sus partes puede significar la transformación no solo del paisaje local, sino de los ecosistemas vecinos. El deterioro y destrucción del suelo pueden incluir contaminación, erosión por disminución de la capacidad de infiltración de agua en el terreno, e inutilización productiva y ecológica, por la pérdida de flora y fauna autóctona.

En el marco de una investigación efectuada por el PRODESAR (Proyecto de Prevención y Control de la Desertificación para el Desarrollo Sustentable de la Patagonia) [2] se elaboró un esquema que indica la degradación de los ecosistemas de la Patagonia Extrandina, teniendo en cuenta sus características climáticas y ambientales y el efecto que sobre este medioambiente susceptible ejercen las actividades humanas. Dentro de este contexto la actividad minera, dentro de la cual podemos incluir la extracción de áridos, es una de las que participa activamente en la degradación del medioambiente.

Esta situación no solo influye sobre el medioambiente mismo, sino que limita o condiciona el desarrollo futuro de actividades económicas y puestos de trabajo, al provocar la pérdida de valor paisajístico de áreas con potencial turístico o la extinción de especies de flora y fauna autóctona. Debemos tener presente que la región cuya investigación nos ocupa corresponde a la región costera patagónica con un potencial turístico altísimo, relacionado con el avistaje no solo de fauna marina sino terrestre de gran valor como, guanacos, maras, y una variedad de pájaros cuyo hábitat se encuentra amenazado por el avance de este tipo de actividad.

Otro de los potenciales económicos para la región lo constituye el ganado ovino, cuya fuente de alimentación se basa en la vegetación autóctona, que también se encuentra seriamente amenazada ante el incremento del proceso erosivo que sufre el suelo.

Para dimensionar el problema de la desertificación la investigación realizada por el PRODESAR utilizó una moderna herramienta tecnológica, para el procesamiento digital de imágenes satelitales conocida como Teledetección [3] y clasifica la desertificación teniendo en cuenta la degradación de la cubierta vegetal y del suelo por erosión hídrica, eólica y excesos de sales

La escala de trabajo (1:2.500.000) permite apreciar la magnitud del proceso de desertificación en la región patagónica tal como se indica en la Figura 2.

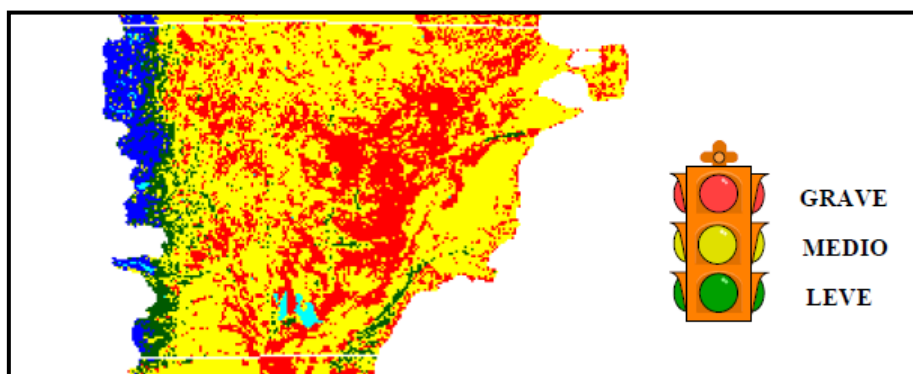


Figura 2.. Grados de desertificación en la provincia del Chubut

El trabajo original discrimina cinco estados de la desertificación: leve, medio, medio grave, grave y muy grave. Para facilitar la interpretación de los resultados se han agrupado las áreas que presentan estados medio y medio grave y las que tienen estado grave y muy grave, resultando solamente tres categorías: leve, medio y grave. La categoría Grave establece la siguiente situación: Más del 80 % de la superficie del terreno está desprovisto de vegetación, por lo que estos sectores son denominados comúnmente "peladales". Las pérdidas de suelo por acción del viento y de la lluvia son severas y las manifestaciones visibles de estos procesos erosivos son: la presencia de profundos zanjones o cárcavas, lenguas de arena o médanos y extensas áreas con piedras en superficie. Las tierras afectadas por estos estados de degradación poseen posibilidades de recuperación, a costos y/o plazos razonables, prácticamente nulos.

La categoría Medio incluye suelo cubierto de vegetación entre un 50 y 20 %, con procesos de erosión eólicos e hídricos avanzados, formación de montículos y surcos. En estas tierras se hace necesario introducir normas de manejo adecuado que eviten la acelerada degradación de la vegetación y el suelo. La categoría Leve considera Cobertura vegetal igual o superior al 50 %, presencia de un porcentaje importante de plantas forrajeras disponibles para el ganado ovino y la fauna silvestre. En estas áreas un manejo adecuado del suelo puede mejorar la condición y la productividad de los pastizales y lograr incluso una actividad ganadera sustentable. En base a esta clasificación y resumiendo el estudio anterior, se han sintetizado los grados de desertificación para la provincia del Chubut en el cuadro de la Figura 3.

Grado de deterioro	%
Leve	6.6
Medio	49.3
Grave	38.4

Figura 3. Estados de desertificación en porcentajes para la provincia del Chubut.

El abordaje entonces de una estrategia para el Desarrollo Sostenible implica llevar a cabo acciones que fomenten las siguientes condiciones:

- a) *Sostenibilidad Ecológica*: que los recursos naturales se preserven y aún se mejoren para lo cual deben emplearse las tecnologías apropiadas.
- b) *Sostenibilidad Social*: que las personas involucradas participen activamente y sustenten el proceso de desarrollo para mejorar su calidad de vida.
- c) *Viabilidad Económica*: la producción de bienes y servicios debe ser autosostenida y retribuir adecuadamente a los factores de producción regionales (tierra, trabajo y capital).
- d) *Sostenibilidad Institucional*: las instituciones públicas y privadas deben asumir sus responsabilidades, coordinar sus esfuerzos y fortalecerse para asumir sus roles con visiones de largo plazo que superen los problemas coyunturales.

Dentro de este contexto y como ya fuera expresado, la presente investigación pretende efectuar un aporte al desarrollo sostenible evitando la extracción indiscriminada de canto rodado natural en la región a fin de evitar el creciente deterioro del suelo con las consecuencias que ello implica y sustituyéndolo por el material de descarte de la industria del pórvido cuya acumulación constituye un pasivo ambiental que también atenta contra el medioambiente.

3.2. Relevamiento de yacimientos de canto rodado. Estado de situación.

La zona de influencia de esta investigación se halla en el radio comprendido entre las ciudades de Trelew, Rawson y Puerto Madryn, allí se encuentran extensas explotaciones de áridos conformados por el denominado rodado patagónico” o canto rodado. Para evaluar el estado de situación de la explotación de este material en la región en la que se circunscribe la presente investigación, se realizó un exhaustivo relevamiento basado en los datos aportados por la dirección de Medioambiente de la Provincia del Chubut [4] y en tareas de evaluación en campo.

En la Figura 4 se indican en color rojo los yacimientos abandonados y en verde los yacimientos que actualmente se encuentran en explotación.

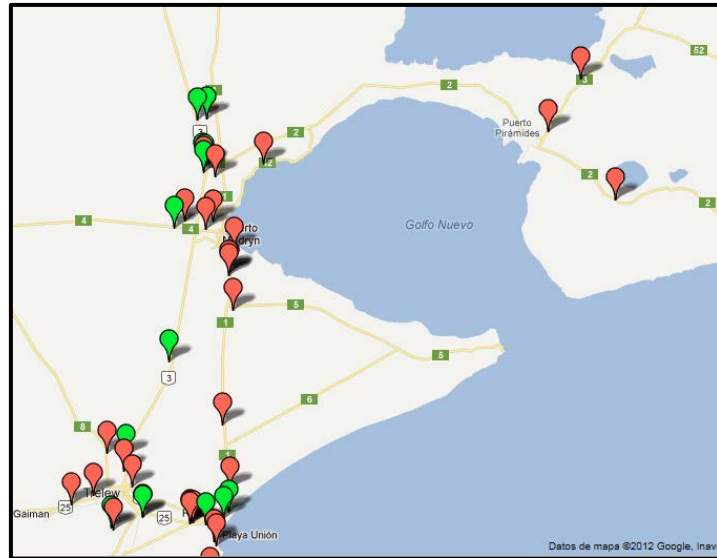


Figura 4. Localización de yacimientos de canto rodado en el sector de estudio

Del relevamiento general efectuado se pudo determinar que la localización de los yacimientos presenta escasa separación entre los mismos, en otros casos se detectó la proximidad a rutas y vías de acceso principales que no cumple la normativa legal vigente (distancia mínima a rutas 200 m). Un alto porcentaje se encuentra en estado de abandono sin remediación, observándose cárcavas o zanjones en áreas de pendientes pronunciadas y extensos “peladales” tal cual como fuera descripto como grado de desertificación grave.

La explotación de estos yacimientos no ha seguido una planificación en el diseño de la extracción, que consistió en producir el retroceso del frente de trabajo mediante el arranque de los horizontes basales y en varios frentes a la vez. Todo esto ha provocado alteraciones permanentes e irreversibles en la morfología del terreno, pérdida de la capa vegetal y modificación del hábitat, entre otros impactos, que necesariamente rompen el equilibrio natural del paisaje. Las fotografías de la Figura 5 muestran la forma de trabajo en un yacimiento de la zona y el estado del terreno en la zona de explotación.



Figura 5. En la fotografía de la izquierda se observa la forma de explotación en el yacimiento y la profundidad de excavación mientras y en la fotografía derecha el estado del terreno posterior a la explotación con pérdida total de cubierta vegetal.

Solamente en el sector comprendido entre las ciudades de Trelew, Rawson, Gaiman y Puerto Madryn, que abarca una distancia aproximada de 70 Km, se detectaron 36 yacimientos, cuya situación se describe en la tabla 1.

Tabla 1. Características de los yacimientos relevados en el sector en estudio.

CANTIDAD TOTAL DE YACIMIENTOS	CON DISPOSICION APROBADA	SIN DISPOSICION APROBADA	VIGENCIA		REMEDIACION		EFECTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE		
			EN REGLA	VENCIDA	SI	NO	SIN VEGETACION	CAVAS PROFUNDAS	ESCALA DISTANCIA A RUTAS
36	56%	44%	60%	40%	8%	92%	96%	83%	29%

Las imágenes aéreas de algunos yacimientos permiten observar el deterioro al que se hace referencia. En las fotografías de las Figuras 6 y 7, se puede observar claramente las diferencias de relieve en el sector explotado, la pérdida total de la cubierta vegetal y la cercanía a la Ruta Nacional N° 3 que constituye una de las principales vías de comunicación entre las ciudades de Trelew y Puerto Madryn. La imagen permite también tener una idea de la profundidad de excavación que según se constató en el lugar alcanza, en ciertos sectores entre 3 y 6 m.



Figura 6. Fotografía aérea de un yacimiento en explotación con escasa distancia a ruta.



Figura 7. Sector ampliado del yacimiento anterior. Obsérvese la pérdida de cubierta vegetal y las depresiones producidas en el terreno

Otros yacimientos relevados exhiben taludes muy pronunciados que presentan un alto riesgo para la seguridad vial tal como se visualiza en las fotografías de la Figura 8.



Figura 8. La fotografía izquierda muestra la imagen de un vehículo al pie del talud luego de un accidente vial y en la fotografía derecha se observa la altura del talud excesivamente pronunciado, producto de una extracción de árido cercana a la ruta.

También se han verificado signos de erosión hídrica en taludes como consecuencia del impacto de la lluvia sobre el suelo y del arrastre provocado por el escurrimiento del agua, que provocan el deslizamiento de masas de suelos por acción de la gravedad. (Figura 9).



Figura 9. Taludes erosionados por el agua.

3.3 Conclusiones sobre el impacto ambiental producto de la explotación en yacimientos y medidas para mitigarlo.

Los indicadores de la Tabla 1 y el relevamiento efectuado en los yacimientos ubicados en el sector de estudio, claramente demuestran el impacto ambiental producto de la extracción de áridos en la región, el que puede resumirse según los distintos efectos en:

- Impacto paisajístico por variaciones en la morfología del terreno.
- Impacto sobre las masas de agua por variación del drenaje natural.
- Impacto sobre los suelos y la flora y fauna asociada a ellos.
- Impacto por la contaminación ambiental asociada a la generación de basurales a cielo abierto.

Es necesario en consecuencia actuar sobre estos efectos, en primer lugar tratando de remediar los ambientes deteriorados y al mismo tiempo desarrollando medidas que promuevan una disminución de la explotación de yacimientos de áridos naturales, sin que ello repercuta en la generación de materia prima para la elaboración de hormigones en la región.

4. Industrialización de pórfido en la provincia del Chubut. Relación con el medioambiente

A fin de promover las medidas antedichas, uno de los propósitos de esta investigación es evaluar la posibilidad de utilización del material de descarte producto de la industrialización del pórfido en la provincia del Chubut. Un dato significativo y que debe ser tenido en cuenta es, que solamente entre 2000 y 2010, la extracción de rocas de aplicación (pórfido y piedra laja) en la Provincia del Chubut, creció un 250%.)[5]

El hecho de determinar la potencialidad de uso de este material posibilitará entonces minimizar el deterioro ambiental al disminuir el consumo de áridos procedentes de yacimientos. Por otro lado este material (el pórfido) genera desechos que hasta el presente no tienen utilidad y se acumulan en terrenos aledaños a las industrias elaboradoras de productos a un ritmo cada vez mayor.

4.1 Principales centros de explotación de pórfido

En la ciudad de Puerto Madryn se concentra la “Agrupación Comercial de Pórfido del Chubut” integrada por varias firmas que constituyen la asociación empresarial de mayor productividad en el mundo de adoquines, baldosas y lajas de plano natural. Se estima que en total las mismas producen un descarte de más de 33.000 m³ anuales que se acumula progresivamente en los predios aledaños a éstas.

Los productos elaborados están constituidos por baldosas cuadradas y rectangulares, adoquines, cordones y lajas irregulares entre otros que son paletizados y exportados a través del Puerto Almirante Storni.

La mayoría de las plantas procesadoras utilizan material procedente de las canteras de Sierra Chata y Namuncurá en la provincia de Chubut y la cantera Conaniyeu en la provincia de Río Negro. La primera se encuentra ubicada a 70 Km de la ciudad de Puerto Madryn, mientras que la segunda a 120 km de la misma localidad.

Dado que la distancia de traslado desde la cantera a planta juega un papel preponderante, en relación a los costos del material industrializado, la mayor parte del material utilizado proviene de la cantera de Sierra Chata, sobre la cual se ha centrado esta investigación.

4.2. Tratamiento del material de descarte.

Durante la industrialización de los productos de pórfido que se comercializan en las plantas el material de descarte es recogido mediante cintas transportadoras o contenedores ubicados a la salida de cada una de las máquinas elaboradoras de productos, para ser luego depositados en pilas en distintos sectores de la ciudad.

En la Figura 10 se observa la recolección del material de descarte y la acumulación de este material en predios cercanos a las industrias establecidas en la ciudad de Puerto Madryn.

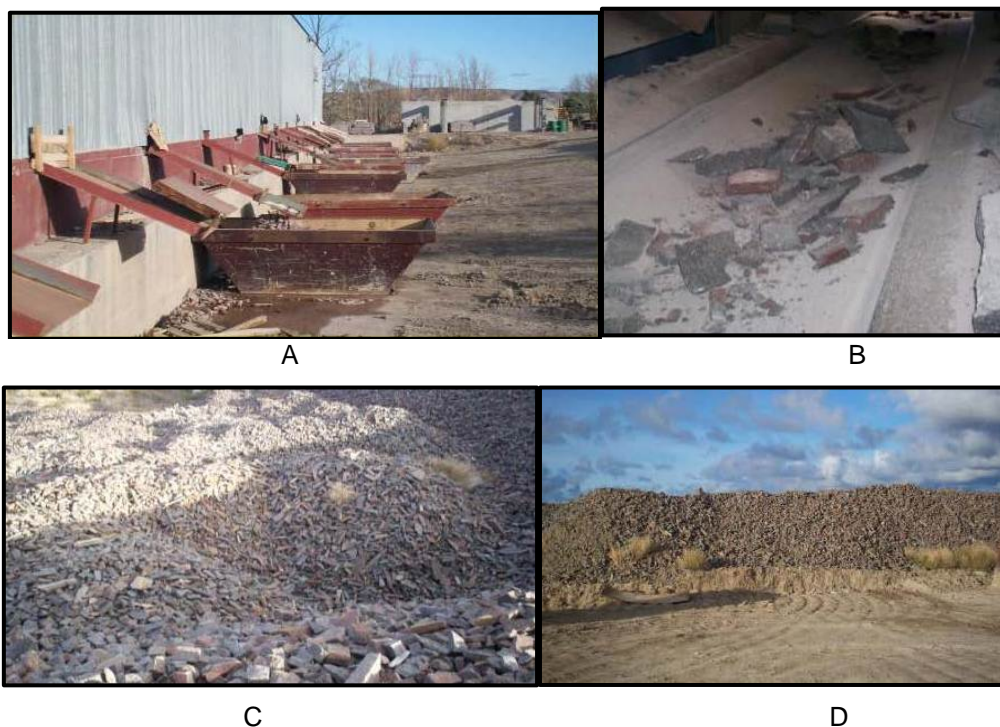


Figura 10: En las fotografías A y B se observan los distintos métodos de recolección de material de descarte. En las fotografías C y D los sectores de deposición en la ciudad de Puerto Madryn.

5. Etapa experimental

5.1 Ensayos de trituración sobre el material de descarte.

La incorporación de este material como potencial agregado para el hormigón, implica adecuar sus características de tamaño y forma a aquellas requeridas por el reglamento CIRSOC 201-2005 [6], disponiéndose para ello un circuito de trituración cuyas características se observan en la Figura 11.



Figura 11: En la fotografía A se observa el ingreso de material a la trituradora de mandíbula y en la fotografía B el cono de trituración.

El circuito se compone de una trituradora a mandíbula donde se efectúa la trituración primaria del material de descarte, que posteriormente es conducido mediante cinta transportadora a una zaranda vibratoria de malla cuadrada que efectúa una separación en dos fracciones, una de tamaño 10-20 (entre 10 y 20 mm) y otra de tamaño 0-10 (arena de trituración). El material retenido en la zaranda es conducido a un cono de trituración Symons, donde se realiza la trituración secundaria. El circuito se completa cuando el material que sale del cono se somete a una nueva clasificación. El material objeto de este estudio corresponde al denominado 10-20, ya que se trata de un tamaño apto para su uso en hormigón. Los tamaños obtenidos se visualizan en la Figura 12.



Figura 12: fotografía A agregado de tamaño 10-20 para uso potencial en hormigón y fotografía B agregado de tamaño 0-10.

5.2 Ensayos de caracterización física.

Si bien las características físicas del canto rodado son bien conocidas dado su uso generalizado en la región, se realizaron los ensayos de caracterización sobre ambos

materiales para su comparación. En la Tabla 2 se indican los resultados de ensayos físicos obtenidos.

Tabla 2: Características físicas y ensayos efectuados al canto rodado y pórfido triturado.

ENSAYOS [7]	METODO DE ENSAYO (7)	RESULTADOS	
		CANTO RODADO	PÓRFIDO
DESGASTE LOS ANGELES	IRAM 1532	8,00%	26,00%
PESO ESPECÍFICO SSS	IRAM 1533	2,66 gr/cm ³	2,54 gr/cm ³
ABSORCIÓN DE AGUA	IRAM 1533	0,46%	1,20%
PUV SECO Y COMPACTADO	IRAM 1548	1,81 gr/cm ³	1,46 gr/cm ³
PORCENTAJE DE MATERIAL PASANTE TAMIZ 200	IRAM 1540	0,30%	0,50%
CUBICIDAD	IRAM 1681	0,79%	0,50%
LAJOSIDAD	IRAM 1687 PARTE I	-----	20,00%
CONTENIDO DE SULFATOS	IRAM 1647	0,00%	0,0012%
CONTENIDO DE CLORUROS	IRAM 1647	0,0022%	0,0001%

6. Conclusiones.

Los valores de ensayo indicados en la Tabla 2, reflejan para el caso del pórfido, valores similares a los de los materiales comúnmente empleados en la zona como áridos en hormigón, pudiéndose establecer las siguientes conclusiones:

- El desgaste evaluado mediante el ensayo Los Ángeles es superior al del canto rodado, sin embargo se sitúa muy por debajo del límite establecido en el reglamento CIRSOC [6].
- La absorción es superior a la que corresponde a los materiales habitualmente utilizados en la región (canto rodado), por lo que se deberá tener especial precaución efectuando las correcciones que sean necesarias al dosificar.
- Si bien el resultado del ensayo de cubicidad es menor al del canto rodado, los valores de lajosidad para el pórfido resultan adecuados.
- El porcentaje de material pasante tamiz 200 se encuentra por debajo de los límites establecidos por lo que el proceso de trituración resulta satisfactorio.
- Es importante destacar la ausencia de sales que puedan afectar al hormigón, sobre todo teniendo en cuenta que para que esta situación ocurra en el caso del canto rodado es necesario proceder al lavado del mismo durante la clasificación en el yacimiento, proceso que encarece notablemente al producto.
- Las partículas de pórfido presentan una textura rugosa en contraste con la superficie lisa del canto rodado, que aportará una interfase fuerte al mejorar la adherencia entre pasta y agregado [8].

Estas primeras conclusiones indican que el material proveniente del descarte de pórfido es apto para su uso como agregado en el hormigón. A partir de este análisis se prevé iniciar los estudios relativos al hormigón, evaluando sus características tanto en estado fresco como endurecido.

La posibilidad de uso de este material permitirá cumplir con los objetivos propuestos actuando a favor del desarrollo sustentable en la región ya que su incorporación en los hormigones, permitirá por un lado disminuir la acumulación del descarte en vastos sectores de la ciudad de Puerto Madryn y al mismo tiempo minimizar la masiva explotación de canto rodado en la región que provoca la erosión del suelo y el deterioro de flora y fauna nativa. Por otro lado se espera que las futuras

investigaciones permitan obtener hormigones de mayor calidad en términos de resistencia que los hasta ahora ejecutados con canto rodado como único agregado.

REFERENCIAS:

- (1) Regueiro y González-Barros, M. 2006. La extracción de áridos en la Unión Europea en el marco de la estrategia del uso sostenible de los recursos naturales. Boletín Geológico y Minero, 117 (2): 231-243
- (2) INTA (1993) Proyecto de prevención y control de la desertificación en la Patagonia. INTA. Buenos Aires. 18 p.
- (3) Chuvieco, E y Alonso M 1995. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Madrid. 90 p.
- (4) <http://organismos.chubut.gov.ar/listado> de Canteras de Pórfidos y Rocas de Aplicación'.
- (5) <http://www.miningpress.com.ar/nota/67978/> .2014 chubut-crece-la-extracción-de-minerales-no-metalíferos
- (6) Reglamento CIRSOC 201-2005
- (7) Norma IRAM 1533, "Agregados gruesos. Método de laboratorio para la determinación de la densidad relativa real, de la densidad relativa aparente y de la absorción de agua".(2002), 11 pp.
Norma IRAM 1548, "Agregados. Determinación de la densidad a granel y espacios vacíos".(2003), 11 pp.
Norma IRAM 1540, "Agregados. Método de determinación del material fino que pasa por el tamiz IRAM 75 µm por lavado". (1986), 7 pp.
Norma IRAM 1681, "Agregado grueso. Método de determinación del factor de cubicidad". (1981), 12 pp.
Norma IRAM 1687 parte I, "Métodos de determinación del índice de lajosidad".(1996), 13 pp.
Norma IRAM 1647,"Agregados para hormigón de cemento portland. Métodos de ensayo. (1994), 22 pp.
- (8) Giaccio G., Giovambattista C. y Zerbino, "Adherencia agregado matriz", Proc. COLLOQUIA 85, tomo 1, RILEM-AATH, Bs. As., 251-262.