

INFORME CIENTIFICO DE BECA

Legajo N°:

BECA DE Estudio

PERIODO 2013

1. **APELLIDO:** Couyoupetrou

NOMBRES: Luis

Dirección Particular: Calle: N°:

Localidad: La Plata **CP:** 1900 **Tel:**

Dirección electrónica (donde desea recibir información): luiscury@yahoo.com.ar

2. **TEMA DE INVESTIGACIÓN** (Debe adjuntarse copia del plan de actividades presentado con la solicitud de Beca)

PLAN DE INVESTIGACIÓN

1- **TÍTULO:** EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES CERÁMICAS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN + ESTÉRILES SÓLIDOS DE EXPLOTACIONES DE ROCAS DE APLICACIÓN, UTILIZANDO METODOLOGÍAS EMPÍRICAS.

2- **DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO SOBRE LA CUESTIÓN**

2-1 **Introducción**

El crecimiento y desarrollo urbano, demandan una gran cantidad de materiales geológicos, que extraídos en zonas próximas o lejanas son redepositados en las ciudades con distintos grados de transformación.

La minería y la construcción, poseen un rol insustituible para la materialización del hábitat humano, generando en conjunto importantes volúmenes de residuos. Distintos residuos de construcción y demolición, así como estériles de explotaciones de rocas de aplicación, pueden ser valorizados a partir de algunas de sus características físicas y químicas, para su re inserción en el circuito productivo.

2-2 **Antecedentes**

2-2-1 **Minería de rocas de aplicación**

Las explotaciones de rocas de aplicación y de minerales industriales, generan una importante cantidad de residuos sólidos, que representan en peso más del 30% de la producción total de las rocas y minerales explotados.

Este tipo de minería, genera en las operaciones de destape y apertura de laboreos, distintos residuos tales como: (i) suelos; (ii) destapes (materiales subyacentes al suelo y suprayacentes al mineral o roca en explotación alterados) no utilizables industrialmente y (iii) materiales intercalados con el mineral o roca explotado, no valorizados directamente por la propia actividad. Luego, y a lo largo del proceso de explotación, se obtienen otros residuos tales como estériles inertes. Por último, durante el tratamiento de las aguas procedentes de las operaciones de lavado, de corte, etc., se generan materiales finos y lodos. Todos estos residuos, se acumulan en escombreras y balsas. Dichos subproductos, pueden valorizarse para la producción de arenas artificiales, ladrillos y otros productos cerámicos, dependiendo de sus características físicas, químicas y mineralógicas.

En los últimos años, la minimización y valorización de estériles de canteras se transformó en un tema de interés prioritario y fueron desarrolladas nuevas tecnologías con el

doble propósito de aumentar la rentabilidad de las inversiones y mejorar la gestión ambiental. Adicionalmente, las propiedades tecnológicas de estos materiales como insumos para la industria del ladrillo cerámico fueron investigadas, entre muchos otros por Hernández-Crespo y Rincón (2001); Monteiro et al. (2004); Vieira et al. (2004); Torres et al. (2004); Blanco García et al. (2005); Menezes et al. (2005), Souza et al. (2010).

2-2-2 Residuos de Construcción y Demolición

La construcción, genera importantes cantidades de residuos, que se producen a expensas de las tareas de movimiento de suelos, demolición de estructuras existentes, construcción de nuevos edificios, obras de infraestructura, etc. Denominados genéricamente como Residuos de Construcción y Demolición (RCD) y en ausencia de un marco regulatorio específico, los RCD se gestionan como residuos especiales no industriales. Los RCD más importantes tanto en peso como en volumen, se clasifican como inertes y están compuestos principalmente por restos de hormigón, mampostería de ladrillos, morteros, etc. Una pequeña porción de ellos, se encuentra valorizada para su comercialización como agregado grueso y se emplea para la elaboración de hormigones de baja calidad.

La reutilización, el reuso y el reciclaje de los RCD, constituye un área prioritaria de actuación para las administraciones locales. En el ámbito de la investigación científica y tecnológica, numerosos esfuerzos se han realizado para la identificación de estrategias de gestión integral, que incluyen el análisis de distintas alternativas para la reinserción de los residuos como insumos en el circuito productivo (Dolan et al, 1999; Klang et al. 2003; de Rezende y Camapum de Carvalho 2003; Robinson et al. 2004; Bianchini et al. 2005; Durán et al. 2006; Panigatti et al. 2006; Tam y Tam 2006; Domínguez Lepe y Martínez 2007; Rao et al. 2007; Solís-Guzmán et al. 2009).

El empleo de materiales recuperados presentes en la corriente de los RCD, ha sido tradicionalmente enfocado a la producción de áridos artificiales para la elaboración de morteros y hormigones, estabilización y conformación de sub-rasantes, terraplenes, etc. Sin embargo, muchos estudios conducidos por distintos investigadores, entre otros Demir y Orhan (2003), Van der Graaf (2004), Bianchini et al. (2005), Vieira y Monteiro (2007), Acchar et al. (2009), Quaranta et al. (2009), demostraron la factibilidad técnica de su empleo como materia prima para la producción de ladrillos y piezas cerámicas, mediante mezclas de residuos de mampostería y arcillas.

3- TRABAJO PREVIO REALIZADO EN RELACIÓN CON EL PRESENTE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Entre los trabajos previos de uno de los directores del postulante, destinados al conocimiento de los recursos mineros bonaerenses, que incluyen la prospección y exploración geológica, geoquímica y geofísica de arcillas con fines industriales y el conocimiento geológico-minero de las rocas de aplicación en el ámbito de las Sierras Septentrionales de la Provincia de Buenos Aires. Entre muchos otros deben mencionarse: Etcheverry et al. (2005, 2006a, 2006b, 2008, 2009) y Caballé et al. (2008).

Caballé M, Coriale N., Tessone M. y Etcheverry R., 2008. Minerales industriales y rocas de aplicación de las Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires, Argentina. En Actas 1º Congreso Argentino de Áridos 2008 y VI Jornadas Ibero-americanas de Materiales de Construcción: "Recursos para la Construcción y Aplicaciones Industriales", 33-42. Mar del Plata.

Etcheverry R, López K, Lanfranchini M, Caballé M, Tesone M, Coriale N y Ainchil J. 2005. Prospección y exploración de Arcillas en Tandilia. En Bienal de Ciencia y Tecnología de CICBA, Área Geología, Hidrogeología y Minería. Poster G-H-M 17. La Plata.

Etcheverry R, Recio C, Lanfranchini M y Domínguez E. 2006 a. Análisis de Isótopos Estables ($\delta^{18}\text{O}$ - δD) en depósitos de arcillas de las Sierras de Tandil, provincia de Buenos

Aires, Argentina. En Revista de la Sociedad Geológica de España, v. 19 (1-2), 59-67. ISSN 0214-2708. Buenos Aires.

Etcheverry R, Tessone M, Caballé M, Coriale N, Ramayo Cortes L y Ramos Collorana W. 2006 b. Exploración geológico-geofísica de arcillas en las Sierras Septentrionales de la Provincia de Buenos Aires. En "Avances en Mineralogía, Metalogenia y Petrología 2006". Editores M.K. de Brodtkorb, Koukharssky M., Montenegro T., Poma S y Quenardelle S., 251-256. ISBN 10 987-21577-2-3 y 13 987-21577-2-2. Buenos Aires.

Etcheverry R, Tessone M., Coriale N., Caballé M. y Del Blanco M. 2008. Exploración geofísica de arcillas con alto contenido en hierro en ámbito de las Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires. XII Reunión de Sedimentología. SE.10: Menas de Origen Sedimentario. Resúmenes, 70. Buenos Aires.

Etcheverry R, Tessone M.R., Caballé M. y Fernández R. 2009. Niveles de arcillas ferruginosas en las Sierras Septentrionales de Buenos Aires, Argentina. Su aprovechamiento industrial. VIII Jornadas Iberoamericanas de Materiales de Construcción. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid. Lima, Perú. En Prensa.

Desde el año 2004 en adelante, trabajos previos realizados por otro de los directores del postulante, han estado encaminados a evaluar las propiedades tecnológicas de sedimentos fluviales y lacustres, para su aplicación en la producción de cerámica roja estructural, con el propósito de sustitución parcial de los materiales convencionales obtenidos a través de la minería de suelos extensiva. Entre otros, deben mencionarse los trabajos de Forte et al. (2004, 2005, 2008, 2012a, 2012b).

Forte L M, Hurtado, M A, Giménez, J E, Cabral, M G, Crincoli, A C. 2004. Consecuencias ambientales del desarrollo urbano y análisis de áreas fuente alternativas para la industria del ladrillo. Estudio de caso en el partido de La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina. Actas del IV Congreso Uruguayo de Geología y II Reunión de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial del Mercosur. Sociedad Uruguaya de Geología, Torre de los Profesionales, Montevideo, República Oriental del Uruguay. Versión CD.

Forte L M, Crincoli, A C, Hurtado, M A, Giménez, J E. 2005. Análisis de materiales alternativos para la industria del ladrillo artesanal. Estudio de caso en el Departamento de General Alvear, Provincia de Mendoza. Actas del III Seminario Internacional "La Interdisciplina en el Ordenamiento Territorial". CIFOT, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina. Versión CD.

Forte L M, Hurtado, M A, Crincoli, A C y Somoza Sánchez, V. 2008. Análisis de sedimentos fluviales y lacustres como materiales alternativos al suelo fértil en la industria del ladrillo. Primer Congreso Argentino de Áridos y IV Jornadas Iberoamericanas de Materiales de Construcción, Cámara Argentina de la Piedra, Mar del Plata, Argentina. Libro de Actas del Congreso. TI: 523-531. ISBN: 978-987-24740-1-0.

Forte L M, Couyoupetrou L, Hurtado M A, Rolny D. 2012a. Cement bricks made with volcanic ash from the 2011 VCPCC eruption in replace of fine aggregate. Construction and Building Materials, Elsevier. (Enviado).

Forte L M, Hurtado M A, Dangavs, N, Giménez, J E, da Silva M M, Bruschi, V M, Cendrero A. 2012b. Is global geomorphic change generating renewable geologic materials? The case of the brick industry in the humid Pampa, Argentina. (En redacción final para su envío a Catena, Elsevier).

Desde tiempos más recientes, ambos directores del postulante, trabajan conjuntamente en el marco del proyecto de investigación UNLP PIT-AP (2011-2012) denominado “Evaluación de las propiedades tecnológicas de sedimentos fluviales y lacustres, estériles inertes de canteras y residuos de construcción y demolición”, financiado por la Universidad Nacional de La Plata. En el marco de este proyecto, realizan estudios destinados a valorizar distintos subproductos sólidos de explotaciones de rocas de aplicación, a partir de sus propiedades cerámicas y puzolánicas. Con los primeros resultados obtenidos, se han comenzado a elaborar artículos científicos, para su envío a publicación en distintas revistas de impacto.

Entre los trabajos previos del postulante a la Beca de Investigación, deben destacarse las actividades realizadas en el marco del mencionado proyecto UNLP PIT-AP durante los años 2011 y hasta el presente, en el cual se desempeña como Becario de Experiencia Laboral de la Universidad Nacional de La Plata. Las actividades realizadas por el postulante, se han visto plasmadas en los siguientes artículos y contribuciones: Cremaschi et al. (2011); Forte et al. (2012); Couyoupetrou y Rolny (2012).

Cremaschi, G, Lombardi, J, Forte L, Couyoupetrou, L. 2011. Hacia la producción sustentable de ladrillos comunes y huecos. IV CRETA, Congreso Regional de Tecnología de la Arquitectura; Innovación Tecnológica para la Sustentabilidad. Universidad Nacional del Nordeste, Resistencia, Chaco, Argentina. Libro de Ponencias: 206 – 213.

Couyoupetrou L. y Rolny D. 2012. Resistencia a la compresión simple de bloques de cemento elaborados con cenizas volcánicas en reemplazo del agregado fino. XX Jornadas de Jóvenes Investigadores (XXJJI), Asociación de Universidades del Grupo Montevideo (AUGM). (Aprobado y seleccionado para representar a la Universidad Nacional de La Plata en las XXJJI de AUGM, 3 al 5 de octubre, Curitiba, Brasil).

Forte L M, Couyoupetrou L, Hurtado M A, Rolny D. 2012. Cement bricks made with volcanic ash from the 2011 VCPCC eruption in replace of fine aggregate. Construction and Building Materials, Elsevier. (Enviado).

4- OBJETIVOS

4-1 Objetivo general

El objetivo general es evaluar las propiedades cerámicas de residuos finos de construcción y demolición y estériles inertes de explotaciones de rocas de aplicación, mediante la aplicación de metodología empíricas.

4-2 Objetivos específicos del primer año

- Realizar la caracterización tecnológica de las materias primas empleadas en la producción de ladrillos cerámicos macizos y huecos, a partir de sus características granulométricas y geotécnicas.
- Realizar la caracterización tecnológica de residuos finos de construcción y demolición y estériles inertes de explotaciones de rocas de aplicación, a partir de sus características granulométricas y geotécnicas.

4-3 Objetivos específicos del segundo año

- Identificar las limitaciones potenciales de los distintos materiales, a partir de sus principales características químicas y mineralógicas.

- Diseñar pastas cerámicas que aseguren el mejor equilibrio entre las propiedades granulométricas y geotécnicas de los distintos componentes.
- Analizar las características de probetas experimentales elaboradas a escala de laboratorio.
- Evaluar la pre-factibilidad técnica de incorporar los materiales estudiados, como sustitución parcial de las materias primas convencionales utilizadas en la producción de ladrillos y bloques cerámicos.

5- METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO.

5-1 Área de estudio

El área de trabajo se centrará en la región del Gran La Plata y en las Sierras Septentrionales de Buenos Aires, en particular en los centros extractivos: Olavarría y Chapadmalal-Batán.

Los materiales finos presentes en la corriente de los RCD, serán obtenidos de distintas obras en ejecución de la región del Gran La Plata.

En el sistema de Sierras Septentrionales bonaerenses, se trabajará con estériles inertes, finos y lodos, procedentes de explotaciones de rocas de aplicación. Debido a la limitación del tiempo de ejecución del proyecto, se analizarán un máximo de dos materiales representativos: cuarcita y dolomía. Los estudios se llevarán a cabo en canteras de rocas cuarcíticas y dolomíticas destinadas a la producción de áridos para la elaboración de hormigón y otros usos, ubicadas en las localidades de Batán partido de Gral. Pueyrredón y Sierras Bayas partido de Olavarría, explotadas por Canteras Yaraví SA y Canteras Pavone, respectivamente.

5-2 Materiales y métodos

5.2.a Materias primas utilizadas en la fabricación de ladrillos cerámicos

Se tomarán muestras de las materias primas acopiadas en plantas industriales y ladrilleras de la región del Gran la Plata, procediendo a la determinación de sus diferentes características físicas y geotécnicas. Las muestras serán extraídas mediante técnicas de cuarteo que aseguren su representatividad. Serán secadas al aire, finamente trituradas y homogeneizadas en mezcladora eléctrica.

La granulometría se determinará por tamizado en seco y los métodos gravimétricos de vía húmeda de Bouyoucos y Kilmer & Alexander. Sus propiedades geotécnicas se analizarán mediante los parámetros de Atterberg: Límite Líquido (LL), Límite Plástico (LP) e Índice de Plasticidad (IP).

De acuerdo con su granulometría, las muestras serán clasificadas según Shepard (1954) y Winkler (1957). De acuerdo a su plasticidad, serán clasificadas según Casagrande (1948), empleando los criterios propuestos por Bain y Highley (1966). Sus propiedades cerámicas serán determinadas aplicando los criterios empíricos propuestos por Fabbri y Dondi (1995) y Dondi et al. (1998).

5-2-b Estériles de canteras de rocas de aplicación

5-2-b-1 Primera etapa

Se tomarán muestras de los distintos materiales acopiados en escombreras y balsas de decantación, procediendo a la determinación de sus diferentes características físicas, mineralógicas y geotécnicas. Las muestras se extraerán mediante técnicas de cuarteo que aseguren su representatividad. Serán secadas al aire, finamente trituradas y homogeneizadas en mezcladora eléctrica.

Sus propiedades granulométricas y geotécnicas se determinarán utilizando las técnicas indicadas en el apartado 5.2.a. Las muestras serán clasificadas y evaluadas para determinar sus propiedades cerámicas mediante idénticos procedimientos metodológicos.

5-2-b-2 Segunda etapa

La composición química y mineralógica será determinada mediante tipificaciones microscópicas (cortes delgados y a grano suelto), análisis cuantitativo de Elementos Mayoritarios y difracción de rayos X. La evaluación de la aptitud tecnológica, de acuerdo con sus propiedades químicas y mineralógicas, se llevará a cabo empleando los diagramas ternarios propuestos por Fabbri y Fiore (1985), Fiore et al. (1989), Dondi et al (1992) y Fabbri y Dondi (1995).

Se diseñarán mezclas experimentales hasta obtener las mejores relaciones plásticas y granulométricas. Se construirán las curvas de Bigot, que permiten representar la evolución de la contracción en función de la pérdida de humedad y determinar la zona de secado crítico. Las mezclas que reúnan las mejores propiedades, se adoptarán para la elaboración de pastas cerámicas, con las que se moldearán probetas cúbicas de 70 x 70 x 70 mm de lado que serán sinterizadas en mufla eléctrica. En todas las probetas antes de la calcinación, se determinarán las dimensiones lineales, volumen, peso, densidad aparente y color. Sobre las probetas calcinadas, se determinará la variación de dimensiones lineales, volumen, peso, densidad aparente y color. Las probetas calcinadas serán sometidas a distintos ensayos, tales como absorción de agua, resistencia al congelamiento, envejecimiento acelerado, y resistencia a la compresión simple. Las mediciones se realizarán utilizando calibre analógico, calibre digital de 0.01 mm de precisión, dinamómetro digital de 0.1 gr. de sensibilidad, balanza granataria de 0.01 gr. de precisión y balanza analítica de 0.001 gr. de precisión. Las probetas serán ensayadas a compresión simple en prensa hidráulica provista de celda de carga tipo S y dinamómetro digital de sensibilidad 0,1 N. Todos los resultados serán comparados con los valores guía establecidos en la normas IRAM y el Reglamento CIRSOC 501y 501A.

5-2-c Materiales finos presentes en la corriente de los RCD

5-2-c-1 Primera etapa

Se tomarán muestras de materiales procedentes de los trabajos de movimiento de suelos y demolición de mamposterías. El muestreo asegurará una adecuada cobertura espacial de la zona de estudio. Las muestras de suelos serán extraídas de pilas y/o contenedores, empleando técnicas de cuarteo que aseguren su representatividad. Serán secadas al aire, finamente trituradas y homogeneizadas en mezcladora eléctrica. Las muestras de residuos de mamposterías serán sometidas a trituración y molienda en dos fases empleando molinos de mandíbulas y de discos.

Sobre las muestras de suelo se realizarán las mismas determinaciones indicadas en el apartado 5-2-a. La clasificación y evaluación de sus propiedades cerámicas se llevarán a cabo empleando los mismos procedimientos metodológicos.

5-2-c-2 Segunda etapa

La composición química y mineralógica será determinada mediante las mismas técnicas indicadas en el punto 5-2-b-1 para los estériles de canteras. La evaluación de sus propiedades cerámicas se realizará empleando los mismos procedimientos metodológicos.

Se diseñarán mezclas experimentales y elaborarán pastas cerámicas (tipo a), con las técnicas indicadas en el apartado 5-2-b-2. Su clasificación y evaluación se llevarán a cabo con idénticos procedimientos metodológicos. Con las pastas tipo a se elaborarán probetas

cúbicas de 70 x 70 x 70 mm de lado que serán sinterizadas en mufla eléctrica. En todas las probetas antes y después de la calcinación, se realizarán las determinaciones y ensayos indicados en el apartado 5-2-b-2. Todos los resultados serán comparados con los valores guía establecidos en la normas IRAM y el Reglamento CIRSOC 501y 501A.

En el paso siguiente, se modificará el diseño de las mezclas, a fin de obtener nuevas pastas cerámicas (tipo b) con la adición de diferentes porcentajes de residuos de mampostería cerámica de diferente granulometría, utilizando porcentajes de sustitución que se determinarán experimentalmente. Con las pastas de tipo b, se elaborarán probetas cúbicas de idénticas características a la elaboradas previamente (pastas de tipo a), que serán sinterizadas en mufla eléctrica. En todas las probetas, antes y después de la calcinación, se realizarán las mismas determinaciones y ensayos indicados en el apartado 5-2-b-2. Todos los resultados, serán comparados con los valores obtenidos en los ensayos realizados sobre las probetas elaboradas con pastas de tipo a, con el propósito de determinar el porcentaje máximo de adición de residuos de mamposterías. Toda la información resultante será comunicada al ámbito científico por medio de la elaboración de trabajos y artículos para revistas periódicas especializadas y en reuniones científicas; así como al medio socio productivo a través de los organismos pertinentes (CICBA, DPM Bs As, Empresas involucradas, etc.).

6- PLAN DE TAREAS Y CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

6-1 Tareas

6-1-a Primer año. Tarea 1: Relevamiento obras en construcción, industrias cerámicas y ladrilleras locales; selección sitios de muestreo, obtención permisos; diseño campañas de muestreo. Tarea 2: Ejecución campañas de muestreo. Tarea 3: Preparación de muestras y ejecución determinaciones granulométricas, mineralógicas y geotécnicas. Tarea 4: Clasificación y evaluación de muestras. Tarea 5: Interpretación de resultados. Tarea 6: Redacción informe de avance

6-1-b Segundo año. Tarea 7: Preparación mezclas y pastas cerámicas. Tarea 8: Ejecución determinaciones granulométricas, geotécnicas y curvas de Bigot. Tarea 9: Selección de pastas con mejor aptitud y envío para ejecución determinaciones químicas y mineralógicas. Tarea 10: Clasificación y evaluación. Tarea 11: Preparación de probetas. Tarea 12: Ensayo de probetas. Tarea 13: Interpretación de resultados. Tarea 14: Redacción de informe final.

6.2 Cronograma de actividades a desarrollar en el primer y segundo año de la beca

LA TABLA QUE CONTIENE EL DIAGRAMA CALENDARIO NO ES POSIBLE DE INCORPORAR A ESTE FORMATO DIGITAL, POR LO TANTO SE PRESENTA EN EL FORMATO IMPRESO QUE SE AGREGA AL ANEXO I DE ESTA PRESENTACIÓN

7- FACTIBILIDAD, EQUIPAMIENTO Y LOGÍSTICA

Las tareas propuestas en el presente plan de trabajo se consideran factibles para desarrollar en un lapso mínimo de 2 años. Los directores propuestos para orientar al becario en sus estudios (Dr. R. Etcheverry y Master / Arq. L. Forte), son docentes e investigadores con experiencia en el tema planteado, integran un grupo de trabajo consolidado de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo (FCNyM): Instituto de Recursos Minerales (UNLP-CICBA) y en el Instituto de Geomorfología y Suelos (IGS-CISAUA) dependiente de la UNLP. El Instituto de Recursos Minerales (INREMI) cuenta con equipamiento e instrumental científico que permiten la realización de trabajos de campo y algunos de los análisis específicos. Por lo tanto, las tareas programadas pueden llevarse a cabo con normalidad en

sus instalaciones. El equipamiento para trabajos de campo incluye vehículo todo-terreno, estación total, GPS manuales, brújulas; etc. También posee instrumental de microscopía óptica (2 microscopios y 3 lupas binoculares); Laboratorio para la realización de ensayos químicos (parciales). La Facultad de Ciencias Naturales y Museo brinda además servicios que posibilitan el uso de un Difractómetro de rayos X y de un Microscopio Electrónico de Barrido.

El IGS-CISAUA, cuenta con laboratorios de física y química de suelos y sedimentos, con equipamiento e instrumental para la ejecución de algunos análisis químicos específicos y determinaciones granulométricas, geotécnicas, curvas de secado crítico, etc. Se dispone además de mufla eléctrica, horno cerámico eléctrico con control de temperatura programable, prensa hidráulica, celdas de carga tipo S, dinamómetros electrónicos de 20 y 2 KN de capacidad y software específico, calibre analógico y digital, termómetro digital de contacto provisto de termocuplas, balanzas de muelle, balanzas granatarias y analíticas, moldes de distintas dimensiones para el moldeo de probetas experimentales, etc. El equipamiento disponible, permite la ejecución de todos los ensayos previstos en el plan de investigación.

Asimismo, existen convenios de cooperación científica con Centros nacionales y del extranjero, que facilitan la eventual ejecución de determinaciones y ensayos adicionales a los previstos en el presente plan de investigación, así como la capacitación y entrenamiento del postulante.

8- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acchar, W., Silva, J. E., Mello-Castanho, S. R. H. y Segadles, A. M. 2009. Properties of clay-based ceramics added with construction and demolition waste. TMS (The Minerals, Metals & Materials Society), EPD Congress.

Bain, J.A., Highley, D.E., 1966. Regional appraisal of clay resources. A challenge to the clay mineralogist. Proc. Int. Clay Conf. AIPEA, Oxford, 1966, pp. 437-447.

Blanco García, I, Rodasa, M., Sánchez, C. J., Dondic, M., Alonso-Azcárate, J. 2005. Technological characterization and ceramic application of gravel pit by-products from middle-course Jarama river deposits (central Spain). Applied Clay Science. 28 (1-4): 283-295

Casagrande, A. 1948. Classification and identification of soils. Trans ASCE. 113: 901-992.

Demir, I. y Orhan, M. 2003. Reuse of waste bricks in the production line. Building and Environment. 38: 1451 – 1455

de Rezende L. R. y Camapum de Carvalho, J. 2003. The use of quarry waste in pavement construction. Resources, Conservation and Recycling. 39: 91-105

Dolan, P. J., Lampo, R. G. y Dearborn J. C. 1999. Concepts for Reuse and Recycling of Construction and Demolition Waste. USACERL Technical Report 99/58. US Army Corps of Engineers Construction Engineering Research Laboratories.

Domínguez-Lepe, J. A. y Martínez, E. 2007. Reinserción de los residuos de la construcción y demolición al ciclo de la construcción de viviendas. Ingeniería Revista Académica. 11 (003): 43-54

Dondi, M., Fabbri, B., Guarini, G., 1998. Grain-size distribution of Italian raw materials for building clay products: a reappraisal of the Winkler diagram. Clay Minerals. 33, 435-442.

Dondi, M., Fabbri, B., Laviano, R., 1992. Characteristics of the clays utilized in the brick industry in Abulia and B~ailicata (southern Italy). *Miner. Petrogr. Acta* 35A, 179-189.

Duran, X. Lenizan, H. y O'Regan, B. 2006. A model for assessing the economic viability of construction and demolition waste recycling—the case of Ireland. *Resources, Conservation and Recycling*. 46: 302–320

Fabbri, B, Dondi, M., 1995. Mineralogical classification of Italian clay raw materials for production of different ceramics. *Proc. 5th Neubrandenburger Industriemineralsymp.*, pp. 45-50.

Fabbri, B., Fiori, C., 1985. Clays and complementary raw materials for stoneware tiles. *Miner. Petrogr. Acta* 29 A, 535-545.

Fiori, C., Fabbri, B., Donati, F., Venturi, I., 1989. Mineralogical composition of the clay bodies used in the Italian tile industry. *Appl. Clay Sci.* 4, 461-473.

Bianchini, G., Marrocchino, E., Tassinari, R. y Vaccaro, C. 2005. Recycling of construction and demolition waste materials: a chemical–mineralogical appraisal. *Waste Management*. 25: 149–159.

Hernández-Crespo, M. S. y Rincón, J. M. 2001. New porcelainized stoneware materials obtained by recycling of MSW incinerator fly ashes and granite sawing residues. *Ceramics International* 27: 713–720

Klang, A., Vikman, A. y Bratteb, H. 2003. Sustainable management of demolition waste: an integrated model for the evaluation of environmental, economic and social aspects. *Resources, Conservation and Recycling*. 38: 317-334

Menezes, R. R., Ferreira, H. S., Gelmires A., Neves, H., Heber, L. y Ferreira, C. 2005. Use of granite sawing wastes in the production of ceramic bricks and tiles. *Journal of the European Ceramic Society*. 25: 1149–1158

Monteiro, S. N., Peçanha L. A y Vieira C. M. F. 2004. Reformulation of roofing tiles body with addition of granite waste from sawing operations. *Journal of the European Ceramic Society*. 24: 2349-2356

Quaranta, N., Caligaris, M., López, H., Unsen, M., Pasquini, J., Lalla N. y Boccaccini A. R. Recycling of foundry sand residuals as aggregates in ceramic formulations for construction materials. En: (C.A. Brebbiay E. Tiezzi, eds) *Ecosytems and Sustainable Development VII. Ecology and the Environment*. V 122.

Rao, A., Jha, K. N y Misra, S. 2007. Use of aggregates from recycled construction and demolition waste in concrete. *Resources, Conservation and Recycling*. 50: 71–81

Robinson Jr, G. R., Menzie, W. D. y Hyunc, H. 2004. Recycling of construction debris as aggregate in the Mid-Atlantic Region, USA. *Resources, Conservation and Recycling*. 42: 275–294

Shepard, F.P., 1954. Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. *J. Sedim. Petrol.* 24, 151-158.

Solís-Guzmán, J., Marrero, M., Montes-Delgado, M. V. y Ramírez-de-Arellano, A. A Spanish model for quantification and management of construction waste. *Waste Management*. 29: 2542–2548

Souza, A. J., Pinheiroa, B. C. A., y Holanda, J. N. F. 2010. Recycling of gneiss rock waste in the manufacture of vitrified floor tiles. *Journal of Environmental Management*. 91 (3): 685-689
Tam, V. W. Y. y Tam, C.M. 2006. A review on the viable technology for construction waste recycling. *Resources, Conservation and Recycling*. 47: 209–221

Torres, P., Fernandes, H.R., Agathopoulos, S., Tulyaganov, D.U. y Ferreira, J.M.F. 2004. Incorporation of granite cutting sludge in industrial porcelain tile formulations. *Journal of the European Ceramic Society*. 24: 3177–3185

Van der Graaf, A. 2004. Refiring bricks at 540°C. Hot masonry and magnetic separation close the brick recycling process. Tesis Doctoral. Civil Engineering Materials Science department, Delft. The Netherlands.

Vieira, C.M.F. y Monteiro, S.N. 2007. Effect of grog addition on the properties and microstructure of a red ceramic body for brick production. *Construction and Building Materials*. 21: 1754–1759

Vieira, C.M.F., Soares, T.M., Sánchez, R. y Monteiro S.N. 2004. Incorporation of granite waste in red ceramics. *Materials Science and Engineering A* 373: 115–121

Winkler, H.G.F., 1954. Bedeutung der Korngrößenverteilung und des Mineralbestandes von Tonen für die Herstellung grobkeramischer Erzeugnisse. *Ber. Dtsch. Keram. Ges.* 31 (10), 337-343.

3. OTROS DATOS (Completar lo que corresponda)

BECA DE ESTUDIO: 1º AÑO: *Fecha de iniciación:* ABRIL 2013

2º AÑO: *Fecha de iniciación:*

BECA DE PERFECCIONAMIENTO: 1º AÑO: *Fecha de iniciación:*

2º AÑO: *Fecha de iniciación:*

4. INSTITUCIÓN DONDE DESARROLLA LOS TRABAJOS

Universidad y/o Centro: INREMI

Facultad:

Departamento:

Cátedra:

Otros:

Dirección: Calle: 64 N°: 3

Localidad: La Plata CP: 1900 Tel: 4225648

5. DIRECTOR DE BECA

Apellido y Nombres: Etcheverry Ricardo Oscar

Dirección Particular: Calle: *Nº:*

Localidad: La Plata *CP:* 1900 *Tel:*

Dirección electrónica: etcheve@fcnym.unlp.edu.ar

6. EXPOSICIÓN SINTÉTICA DE LA LABOR DESARROLLADA EN EL PERIODO. (Debe exponerse la orientación impuesta a los trabajos, técnicas empleadas, métodos, etc., y dificultades encontradas en el desarrollo de los mismos, en el plano científico y material).

ACTIVIDADES Y METODOLOGÍA

PRIMERA ACTIVIDAD

1. MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS EN LA FABRICACIÓN DE LADRILLOS CERÁMICOS

1.1 CERÁMICA INDUSTRIAL SUBSECTOR LADRILLOS HUECOS

En la zona, se encuentran emplazados dos establecimientos dedicados a la producción de ladrillos cerámicos huecos: Cerámica Fanelli, ubicada en la avenida 66 entre las calles 177 y 179 de la localidad de Los Hornos y Cerámica Ctibor, situada en avenida 520 y Ruta Nacional nº 2, en el Parque Industrial La Plata, localidad de Abasto. Se trata de dos de las empresas líderes de un sector altamente concentrado y con alta tecnificación.

Los niveles de producción de ladrillos huecos alcanzados por las empresas de la región, han permitido que abastezcan el 90% del mercado y que su influencia se haga sentir entre 30 y 400 km de distancia de las plantas, con una producción de aproximadamente 1.500.000 tn/año. Entre las empresas más destacadas por su elevado nivel tecnológico, se pueden mencionar: Latercer SA (Pilar), Cerámica Quilmes SA (Quilmes), Loimar SA (Tandil), Cerámica Stefani SA (Ruta Nacional nº 3 ,Gran Bs As), Cerámica Martín (Isidro Casanova), Cormela (Campana), La Pastoriza (Campana) y Cerámica CTIBOR (La Plata), según Hevia, 2001; Domínguez, 2005.

Por la gran dispersión espacial de los establecimientos, y las dificultades debidas al alto grado de organización empresarial del subsector para establecer a corto plazo las relaciones que permitan obtener muestras de las materias primas para su análisis en laboratorio, se ha decidido desfasar esta actividad para el segundo año de la Beca de Estudio.

1.2 ACTIVIDAD LADRILLERA ARTESANAL

1.2.1 Introducción

Con la fundación de la ciudad de La Plata, comenzó una sostenida demanda de ladrillos para la construcción de los edificios públicos y privados, que dio origen a la industria del ladrillo local (de Paula, 1982; Díaz et al. 1982). De esta manera, se iniciaron las actividades extractivas superficiales y profundas, destinándose el horizonte superior húmedo para la fabricación de ladrillos comunes. Posteriormente, comenzó la explotación del horizonte subsuperficial arcilloso para la fabricación de ladrillos cerámicos, continuando la extracción profunda de "suelo seleccionado", destinado principalmente para rellenos y subrasantes (Hurtado et al. 2004). En el partido de La Plata, los últimos autores, informaron de la existencia de 120 hornos de ladrillos, incluyendo hornos en actividad y abandonados.

La actividad ladrillera, se ha localizado de manera preferencial en la periferia de las ciudades, por las ventajas comparativas que ofrece la cercanía a los centros de mayor consumo, compartiendo el espacio geográfico de los “cinturones verdes”, que ubicados alrededor de las ciudades fueron la primera manifestación de la horticultura en la Argentina.

A lo largo del siglo XX, la evolución productiva y la relocalización del cinturón, estuvo relacionada con la suburbanización acelerada en la metrópolis, la aparición de nuevas zonas hortícolas especializadas, la evolución del mercado, del sistema de comercialización, etc. En las últimas décadas, la agricultura perimetral de Buenos Aires se extendió por fuera del espacio periurbano, respondiendo a nuevas demandas de alimentos, y la actividad ladrillera artesanal, acompañó este proceso de expansión y relocalización, abasteciendo una parte importante de la demanda.

A partir de la documentación bibliográfica y cartográfica existente en el Instituto de Geomorfología y Suelos (IGS-CISAUA), se realizó un pormenorizado relevamiento de la actividad ladrillera, detectando la existencia de un bajo número de establecimientos en actividad. Esta circunstancia, se explica por la relocalización de la actividad debida a la expansión del periurbano productivo. Durante el desarrollo de la actividad, pudo establecerse contacto personal con algunos de los antiguos propietarios, quienes informaron la ubicación de los escasos establecimientos que aún se encuentran en actividad.

En la provincia de Buenos Aires, según estimaciones de la Unión Ladrillera de la República Argentina (UOLRA, 2013) y De Monte y Díaz, (2011), existen aproximadamente 1500 establecimientos ladrilleros, distribuidos en la totalidad de su territorio y particularmente concentrados en los bordes del Área Metropolitana de Buenos Aires y en el periurbano de las grandes ciudades del interior provincial.

Según UOLRA, (2013) y De Monte y Díaz, (2011), las ladrilleras artesanales se encuentran más concentradas en los partidos de Cañuelas, Las Heras, Escobar, José C. Paz, Chacabuco, San Andrés de Giles, Florencia Varela, Almirante Brown, Monte Grande, Esteban Echeverría, Ezeiza, La Matanza, Moreno, Marcos Paz, Lobos, Chacabuco, Chivilcoy, Gral. Pueyrredón, Bahía Blanca, etc.

Con el propósito de obtener un conjunto suficientemente representativo de la actividad, factible además de ser analizado en el primer año de la Beca de Estudio, se realizó la prospección de hornos ladrilleros ubicados dentro del segundo y tercer cordón del área metropolitana de la ciudad de Buenos Aires. Las tareas se llevaron a cabo mediante la interpretación de imágenes satelitales, registrando la ubicación espacial de diferentes establecimientos ubicados en los partidos de Brandsen, Cañuelas, Florencia Varela, Las Heras, Ezeiza y Marcos Paz. La prospección inicial llevada a cabo en gabinete, fue ajustada luego mediante control de campo. En una segunda actividad de campaña, se tomó contacto con los propietarios y encargados de los distintos establecimientos, gestionando los permisos para diseñar la campaña de muestreo propiamente dicha.

1.2.2 Campaña de muestreo

Por razones estacionales, y dadas las características de las actividades que, en la mayoría de los casos se realizan a cielo abierto, la campaña de muestreo fue programada y ejecutada durante el mes de diciembre de 2013. Se tomaron muestras de ladrillos en verde (adobes) en los establecimientos donde se obtuvieron permisos, ubicados en los partidos de Brandsen, Cañuelas, Florencia Varela, Las Heras, Ezeiza y Marcos Paz, incluyendo dos dentro del partido de La Plata.

Los adobes fueron extraídos de las pilas de los secadores, colocados en bolsas de polietileno, perfectamente rotulados, y trasladados al laboratorio. En total, se obtuvieron muestras de treinta (30) establecimientos.

1.2.3 Actividades de laboratorio

En el laboratorio, una parte de las muestras fue preparada para la ejecución de las determinaciones previstas en el plan de investigación, y las restantes fueron reservadas para determinaciones y ensayos complementarios.

Las muestras a analizar, fueron molidas en molino de disco de accionamiento manual, y pasadas sucesivamente por tamices de 2000 μ y 1000 μ , con el propósito de separar eventuales fragmentos mayores a 1000 μ , y la materia orgánica macroscópicamente reconocible (MOR) que se adiciona como “liga” a la mezcla cerámica para proporcionar agregación y estabilidad en verde, y mayor poder calorífico durante la “quema” o calcinación.

1.2.3.1 Determinación de los porcentajes de suelo y adiciones incorporadas como “liga”.

Sobre el material que pasó por el tamiz de 1000 μ , se determinó el factor de humedad y fue envasado en frascos plásticos de laboratorio con rosca hermética perfectamente rotulados. En el material que pasó por el tamiz de 1000 μ , se continuó observando abundante cantidad de MOR. Para poder discriminar las cantidades respectivos de suelo y MOR, se procedió a determinar dichos porcentajes mediante calcinación en mufla eléctrica a 450 °C durante 6 horas. Si bien el método se encuentra protocolizado para la determinación de materia orgánica total (MOT), se considera totalmente aceptable para los fines propuestos, y permitió determinar el peso de ambos componentes.

El peso del material retenido en tamiz de 1000 μ , fue registrado en balanza granataria con 0.01g de precisión. La observación a ojo desnudo permitió establecer una abundante presencia de clastos agregados adheridos a las fibras incorporadas como “liga”. La separación de ambos componentes de la mezcla, se llevó a cabo mediante lavado con agua destilada sobre tamiz de 1000 μ . Las fibras textiles y vegetales, que continuaremos denominando (MOR), luego de lavadas, fueron colocadas en cápsulas de porcelana, secadas en estufa eléctrica ventilada durante 7 días a 50 °C de temperatura, y su peso fue registrado en balanza granataria con 0.01g de precisión.

El agua de lavado, conteniendo abundante cantidad de granos en suspensión, fue colocada en vasos de precipitado de 2 litros de capacidad. La floculación del material en suspensión fue acelerada mediante la adición de 5 g/litro de Al₂(SO₄)₃ solubilidad 87 g/100 ml. Alcanzada la floculación total del material, el excedente de agua fue extraído con pipeta y los vasos de precipitado fueron colocados en estufa estática a 106 °C durante 48 horas. El peso del residuo seco, fue registrado en balanza granataria con 0.01g de precisión.

Mediante el procedimiento metodológico indicado, pudo determinarse el peso total de la muestra, y los porcentajes relativos de suelo y adiciones orgánicas e inorgánicas incorporadas en la mezcla.

1.2.3.2 Determinación de la distribución del tamaño de partículas

La distribución del tamaño de partículas, fue determinado mediante los métodos de vía húmeda de Bouyoucos y Kilmer & Alexander. Debido al abundante contenido de MO, todas las muestras fueron pretratadas con H₂O₂ concentrada durante siete días.

La presencia de $\text{Ca}(\text{CO})_3$ fue determinada mediante el método cualitativo de reacción al HCl. Posteriormente, todas las muestras fueron pretradas con HCl.

De acuerdo con su granulometría, las muestras fueron clasificadas según Shepard (1954) y Winckler (1957), utilizando los criterios propuestos por Fabbri y Dondi (1995) y Dondi et al. (1998).

1.2.3.3 Determinación de las propiedades geotécnicas

Dado que las actividades de muestreo se llevaron a cabo durante el mes de diciembre de 2013, al momento de la redacción del presente informe, las propiedades geotécnicas se encuentran en ejecución.

1.3 RESULTADOS PRELIMINARES obtenidos durante el desarrollo de la actividad

Los contenidos de adiciones de fibras vegetales y textiles incorporados en la mezclas, fueron muy variables, según se muestra en la Tabla 1, obrante en el Anexo I que se agrega en formato físico y digital al presente informe. En la mayoría de las muestras, se detectaron contenidos elevado de $\text{Ca}(\text{CO})_3$ excesivos para los requerimientos de la actividad. Los mayores contenidos de $\text{Ca}(\text{CO})_3$, fácilmente visibles en forma de nódulos calcáreos, se encontraron en la totalidad de las muestras extraídas en las ladrilleras ubicadas en los partidos de Marcos Paz y Las Heras. Estos hallazgos, son coherentes con las prácticas de un sector de baja tecnificación, en el cual no existe control de calidad de las materias primas, y la formulación y características finales de las mezclas, dependen de la experiencia, necesidades o disponibilidad de materiales de cada productor.

Desde el punto de vista de la distribución del tamaño de partículas, las mezclas muestran buenas aptitudes para su aplicación en cerámica estructural, según se observa en las Figuras 1 y 2, obrantes en el Anexo I que se agregan en formato físico y digital al presente informe.

SEGUNDA ACTIVIDAD

2. ESTÉRILES DE CANTERAS DE ROCAS DE APLICACIÓN.

Tal cual fue previsto en el Plan de Investigación, se trabajó en el sistema de Sierras Septentrionales bonaerenses, con estériles inertes, finos y lodos, procedentes de explotaciones de rocas de aplicación. Debido a la limitación del tiempo de ejecución del proyecto, se analizaron un máximo de dos materiales representativos: cuarcita y dolomía. Los estudios se llevaron a cabo en canteras de rocas cuarcíticas y dolomíticas destinadas a la producción de áridos para la elaboración de hormigón y otros usos (siderurgia), ubicadas en las localidades de Batán partido de Gral. Pueyrredón y Sierras Bayas partido de Olavarría, explotadas por Canteras Yaraví SA y Canteras Pavone, respectivamente.

2.1 CANTERAS PAVONE: Explotación de rocas dolomíticas.

Se extrajeron muestras empleando técnicas de cuarteo, las cuales fueron trasladadas al laboratorio. Los materiales fueron finamente molidos y pasados por tamices de 2000μ - 62μ . En forma previa a la ejecución de las determinaciones granulométricas y texturales, se evaluó el contenido de carbonato, mediante el método cualitativo de

reacción al HCl. Luego, se realizó la determinación del contenido de $\text{Ca}(\text{CO})_3$ por el método de titulación con HCl, con resultados que confirmaron su presencia en porcentajes no compatibles con la actividad.

No obstante, en posteriores etapas de la investigación, se investigarán los efectos de su adición a mezclas elaboradas con arcillas de la región, así como la eficiencia energética durante el proceso de calcinación.

2.2 CANTERAS YARAVI SA: Explotación de rocas cuarcíticas

2.2.1 Primera campaña de reconocimiento y muestreo

Por razones operativas, durante el transcurso del segundo trimestre del año 2013, se realizaron las tareas de reconocimiento y evaluación preliminar de los materiales correspondientes a la explotación propiedad de Yaraví SA, empresa que cuenta con cuatro yacimientos en la zona de Batán-Chapadmalal y otro vecino a la ciudad de Balcarce donde se explotan granitoides.

El paisaje es de relieve suave y la unidad estratigráfica motivo de la explotación es la Formación Balcarce, compuesta por ortocuarcitas afectadas por varios sistemas de fallas y diaclasas, que conforman bancos de hasta 20 m de espesor. En el momento de la visita se explotaban 2 bancos de 15 a 20 metros de espesor, que presentan intercalaciones de niveles arcillosos de algunas decenas de centímetros (entre 15 y 20 cm) de potencia. Estas arcillas, en general son lenticulares y fueron muestreadas para su análisis, que fue identificada como M1, y se destinan a una cooperativa vecinal: Cerámica Chapadmalal (cC) que elabora cerámica artesanal. Por encima de los bancos explotables, el perfil continúa con 3 a 4 metros de cuarcita alterada y aproximadamente 2 metros de derrubio y suelo. Este material extraído (estéril), es utilizado como sustrato para reforestar.

La cantera de cuarcita se explota a cielo abierto y el arranque es a través de voladuras. El material se destina a la construcción, como áridos, piedra partida y bloques de escollera. La empresa posee dos plantas de tratamiento y una de lavado de finos.

La planta de lavado de finos, cuenta con una zaranda vibratoria principal que separa gravilla de tamaños menores y luego bateas para la separación de arena-arcilla, estas últimas integradas por agitadores y noria de cangilones que en su movimiento giratorio retiene el tamaño arena. El agua con el material en suspensión que no fue retenido, se conduce a un sitio de descarga en piletas y posterior almacenamiento. En este sector se extrajeron dos muestras que se identifican como M2 y M3.

Todas las muestras fueron extraídas empleando técnicas de cuarteo para asegurar su representatividad y trasladadas al laboratorio para la ejecución de las detreminaciones previstas en el Plan de Investigación.

2.2.2 Actividades de laboratorio. Primera fase

2.2.2.1 Determinación de la distribución del tamaño de partículas

La distribución del tamaño de partículas, fue determinada mediante los métodos de vía húmeda de Bouyoucos y Kilmer & Alexander. De acuerdo con su granulometría, las muestras fueron clasificadas según Shepard (1954) y Winckler (1957), utilizando los criterios propuestos por Fabbri y Dondi (1995) y Dondi et al. (1998).

Los resultados de los análisis granulométricos mostraron un bajo contenido de arcilla en la muestra M1 (material fundente), motivo por el cual fue excluida de posteriores análisis.

2.2.2.2 Determinación de las propiedades geotécnicas

En las muestras M2 y M3, se determinaron los parámetros de Atterberg: Límite Líquido (LL), Límite Plástico (LP), e Índice Plástico (IP). Los parámetros de Atterberg o límites de la consistencia mostraron bajos valores de IP, lo que motivó la búsqueda de arcillas de mayor plasticidad, en yacimientos ubicados cerca de la zona de estudio, para evaluar su adición a las mezclas experimentales, con el propósito de mejorar sus propiedades granulométricas y geotécnicas.

2.2.3 Segunda campaña de reconocimiento y muestreo

De acuerdo con trabajos previos realizados por uno de los Directores del Becario, se exploró la aptitud de arcillas presentes en el yacimiento localizado en la Estancia La Rosalía, a 5 km al NO de Almacén La Numancia. El área en cuestión constituye una lomada de aproximadamente 50 metros de altitud. En el extremo oriental de la propiedad, existen bloques subaflorantes de cuarcitas. Los mismos son considerados como el piso del perfil relevado, y representarían a las denominadas cuarcitas inferiores. Hacia el occidente (sector central del cateo) se reconoce otro nivel de cuarcitas (cuarcitas superiores), dispuesto topográficamente en la porción cuspidal de la lomada. Estas rocas también constituyen bloques aislados, posiblemente debido a la tectónica que afectó a toda esta región. Entre ambos paquetes cuarcíticos (superior e inferior) se encuentra alojado el horizonte pelítico de interés. Estas pelitas son varicolores, con tonalidades del rojo oscuro al castaño y en algunos sectores de coloración verde amarillenta, alcanzan un espesor aproximado de 6 - 7 metros.

Este banco pelítico constituye la cantera "Don Camilo", es una secuencia clástica varicolor de tipo arcilítica a limolita arcillosa. Los valores de los índices de plasticidad son inferiores al correspondiente a arcillas plásticas. Sólo una de las muestras designada como 2170, puede ser considerada como una arcilla de características plásticas. Esta muestra, que fue seleccionada para la investigación, es masiva, aunque contiene algunos nódulos de aspecto terroso de coloración diferente. En general, es de apariencia satinada y color rojo oscuro. El 82% de las partículas presentan tamaño arcilla, 10% limo y 8% arena.

2.2.4 Actividades de laboratorio. Segunda fase

2.2.4.1 Preparación de mezclas experimentales

En laboratorio, se procedió a la elaboración de mezclas experimentales, con distintos porcentaje de adición de la arcilla designada como 2170. Para la formulación de las mezclas experimentales, las muestras M2 y M3 fueron homogeneizadas con idénticos porcentajes de peso, conformando la mezcla designada como Y1. Las mezclas experimentales con distintos porcentajes de adición de arcilla 2170, fueron designadas como Y2, Y3 e Y4. La composición de cada una de ellas fue la siguiente: Y2 (90% de Y1 + 10% de 2170); Y3 (80% de Y1 + 20% de 2170) y Y4 (70% de Y1 + 30% de 2170).

2.2.4.2 Determinación de la distribución del tamaño de partículas

La distribución del tamaño de partículas, fue determinado mediante los métodos de vía húmeda de Bouyoucos y Kilmer & Alexander. De acuerdo con su granulometría, las muestras fueron clasificadas según Shepard (1954) y Winckler (1957), utilizando los criterios propuestos por Fabbri y Dondi (1995) y Dondi et al (1998).

2.2.4.3 Determinación de las propiedades geotécnicas

Se determinaron los parámetros de Atterberg: Límite Líquido (LL), Límite Plástico (LP), e Índice Plástico (IP). De acuerdo con su plasticidad, fueron clasificadas según Casagrande (1948), aplicando los criterios propuestos por Bain y Highley (1966).

2.2.4.4 Determinación de la Curva de Bigot

El contenido de humedad para el moldeo de las probetas, se determinó mediante una modificación del parámetro de Atterberg conocido como Límite de Adhesividad (LA). Este nuevo parámetro que ha sido denominado Límite de No Adhesividad (LNA), se obtuvo comprimiendo una muestra de suelo en un anillo de consolidación de Φ 20 mm., enrasándola en su parte superior y extrayéndola luego mediante el empuje de un pistón cilíndrico. El LNA así determinado, se correspondió con el contenido de humedad al cual una muestra puede ser comprimida y extraída del anillo de consolidación sin deformarse ni adherirse a sus paredes. Las pasta cerámicas fueron moldeadas al contenido de humedad del LNA, y se construyeron las curvas de secado crítico, o curvas de Bigot, que permiten representar la evolución de la contracción en función de la pérdida de humedad. El procedimiento seguido para su determinación, fue el siguiente. Las piezas recién moldeadas se dejaron 24 horas a temperatura ambiente del laboratorio; luego fueron introducidas en estufa ventilada a 50 °C de temperatura, registrando la variación de dimensiones y peso a intervalos regulares de tiempo, hasta que la variación de sus dimensiones permanecieron constantes. De este modo, pudo establecerse la curva de secado crítico y determinarse los puntos de inflexión.

2.3 RESULTADOS PRELIMINARES obtenidos durante el desarrollo de la actividad

Desde el punto de vista de la distribución del tamaño de partículas, los resultados sugieren la aptitud de las mezclas experimentales para su aplicación en cerámica. Los resultados se muestran en las Figuras 3 y 4, obrantes en el Anexo I que se agregan en formato físico y digital al presente informe. La plasticidad determinada a partir de los límites de la consistencia, sugieren buenas propiedades para el moldeo y la extrusión. Los resultados se presentan en la Figura 5, obrante en el Anexo I que se agrega en formato físico y digital al presente informe. Las curvas de Bigot, se presentan en la Figura 6, obrante en el Anexo I que se agrega en formato físico y digital al presente informe.

TERCERA ACTIVIDAD

3. MATERIALES FINOS PRESENTES EN LA CORRIENTE DE LOS RCD

3.1 Campañas de reconocimiento y muestreo

Los suelos presentes en la corriente de los RCD, se obtuvieron de distintas obras en ejecución dentro de la zona de trabajo. Las muestras fueron extraídas utilizando técnicas de cuarteo para asegurar su representatividad y trasladadas al laboratorio perfectamente rotuladas.

3.2 Actividades de laboratorio. Primera fase

3.2.1 Determinación de la distribución del tamaño de partículas

La distribución del tamaño de partículas, fue determinado mediante los métodos de vía húmeda de Bouyoucos y Kilmer & Alexander. De acuerdo con su granulometría, las muestras fueron clasificadas según Shepard (1954) y Winckler (1957), utilizando los criterios propuestos por Fabbri y Dondi (1995) y Dondi et al (1998).

3.2.2 Determinación de las propiedades geotécnicas

Se determinaron los parámetros de Atterberg: Límite Líquido (LL), Límite Plástico (LP), e Índice Plástico (IP). De acuerdo con su plasticidad, fueron clasificadas según Casagrande (1948), aplicando los criterios propuestos por Bain y Highley (1966).

3.3 Actividades de laboratorio. Segunda fase

3.3.1 Selección de las muestras y corrección de la plasticidad

En forma preliminar, para la selección de las muestras, se determinó el contenido de Ca(CO₃) mediante el método cualitativo de reacción al HCl, con el propósito de excluir del estudio aquellas con elevados contenidos de calcita.

Con los materiales seleccionados, se prepararon 7 (siete) muestras experimentales. En 6 (seis) de ellas, se corrigió la plasticidad mediante la adición de arena fina tamaño < 500 μ y polvo de ladrillo, obtenido por trituración y molienda de residuos de demolición de mamposterías cerámicas. Las muestras fueron designadas como: A) compuesta por mezclas de suelos con bajo contenido de Ca(CO₃) libres de adiciones; A1) 90% de A + 10% arena silícea <500μ; A2) 80% de A + 20% arena silícea <500μ; A3) 70% de A + 30% arena silícea <500μ; A4) 60% de A + 40% arena silícea <500μ, A5) 50% de A + 50% arena silícea <500μ; A6) 60% de A + 20% arena silícea <500μ + 20% polvo de ladrillo; A7) Mezcla compuesta por un 50% de A + 25% de arena silícea <500μ + 25% polvo de ladrillo.

3.3.2 Determinación de la distribución del tamaño de partículas

La distribución del tamaño de partículas, fue determinado mediante los métodos de vía húmeda de Bouyoucos y Kilmer & Alexander. De acuerdo con su granulometría, las muestras fueron clasificadas según Shepard (1954) y Winckler (1957), utilizando los criterios propuestos por Fabbri y Dondi (1995) y Dondi et al (1998).

3.3.3 Determinación de las propiedades geotécnicas

Se determinaron los parámetros de Atterberg: Límite Líquido (LL), Límite Plástico (LP), e Índice Plástico (IP). De acuerdo con su plasticidad, fueron clasificadas según Casagrande (1948), aplicando los criterios propuestos por Bain y Highley (1966).

3.3.4 Determinación de la Curva de Bigot

Las curvas de Bigot, se determinaron para las muestras A3; A4; A5; A6 y A7, empleando idénticos procedimientos a los indicados en el punto 2.2.4.4.

3.4 RESULTADOS PRELIMINARES obtenidos durante el desarrollo de la actividad

Los resultados obtenidos, mostraron que de acuerdo con la distribución del tamaño de partículas considerando las fracciones arena, limo y arcilla, casi toda la

totalidad de las muestras ploteadas en el diagrama de Shepard (1954), se ubicaron dentro de los campos de aptitud tecnológica para su aplicación en cerámica definidos por Fiore y Dondi (1995). La muestra experimental elaborada con los materiales seleccionados con bajos contenidos de Ca(CO₃) designada como muestra A, se ubicó muy próxima al límite del campo de aptitud. Las muestras designadas como A2, A3, A4, A5, A6 y A7, con plasticidad corregida se desplazaron ligeramente hacia la izquierda, quedando comprendidas dentro del campo central del diagrama (Figura 7, obrante en el Anexo I que se agrega en formato físico y digital al presente informe.). Sin embargo, las muestras experimentales ploteadas en el diagrama de Winckler (1954) según los intervalos de tamaño > 20

campos de aptitud textural para la producción de ladrillos verticalmente perforados y tejas y bloques livianos (Figura 8, obrante en el Anexo I que se agrega en formato físico y digital al presente informe.).

De acuerdo con su plasticidad, analizada mediante los parámetros geotécnicos Límite Líquido y Límite Plástico, las muestras con plasticidad corregida, se ubicaron en zonas próximas a los campos favorable y óptimo para la extrusión definidos por Bain y Higley (1966), quedando las muestras A3 y A6 comprendidas dentro del campo de aptitud favorable para la extrusión (Figura 9, obrante en el Anexo I que se agrega en formato físico y digital al presente informe.).

Las curvas de Bigot determinadas, se presentan en la Figura 10, obrante en el Anexo I que se agrega en formato físico y digital al presente informe.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bain, J.A., Higley, D.E., 1966. Regional appraisal of clay resources. A challenge to the clay mineralogist. Proc. Int. Clay Conf. AIPEA, Oxford, 1966, pp. 437-447.

Casagrande, A. 1948. Cassification and identification of soils. Trans ASCE. 113: 901-992.

De Monte DP y Díaz OR. 2011. La industria ladrillera actividad milenaria, millonaria y postergada. 2º Edición Concurso Bicentenario de la Patria: Premios Bialeto Massé, Ministerio de Trabajo de la provincia de Buenos Aires. 118 p.

de Paula, ASJ. 1987. La Plata, sus tierras y su arquitectura. Ed. del Banco de la Provincia de Buenos Aires. Buenos Aires. 423 p.

Diaz B, Puente R, Ciappa CF, Gozálvez R, Freyre ML. 1982. La Plata una obra de arte. Edición oficial de la Municipalidad de La Plata. La Plata. 443 p.

Domínguez EA. 2005. Identificación de oportunidades comerciales de las arcillas de la Provincia de Buenos Aires. Informe Técnico. Consejo Federal de Inversiones (CFI), Fundación de la Universidad Nacional del Sur. Inédito.

Dondi, M., Fabbri, B., Guarini, G., 1998. Grain-size distribution of Italian raw materials for building clay products: a reappraisal of the Winkler diagram. Clay Minerals. 33, 435-442.

Fabbri, B.; Dondi, M., 1995. Mineralogical classification of Italian clay raw materials for production of different ceramics. Proc. 5th Neubrandenburger Industriemineralsymp., pp. 45-50

Hevia R. 2001. Situación de la industria argentina de la cerámica, del vidrio y del refractario en el 2000. Boletín de la Sociedad Española de la Cerámica y el Vidrio. 40, (1) 71-76.

Hurtado, M., Giménez, J., Cabral, M., da Silva, M., Camilion, C., Forte, L., Sánchez, C., Boff, L., Crincoli, A., Muntz, D., Lucesoli, H., Gebard, J. y Martínez, O. 2004. "Estudio de Suelos del Partido de La Plata". Consejo Federal de Inversiones. Inédito.

Shepard, F.P., 1954. Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. J. Sedim. Petrol. 24, 151-158.

UOLRA. 2013. Unión Obrera Ladrillera de la República Argentina. <http://www.uolraonline.com.ar/>

Winkler, H.G.F., 1954. Bedeutung der Korngrößenverteilung und des Mineralbestandes von Tonen für die Herstellung grobkeramischer Erzeugnisse. Ber. Dtsch. Keram. Ges. 31 (10), 337-343.

7. TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN REALIZADOS O PUBLICADOS EN EL PERIODO.

7.1. PUBLICACIONES. Debe hacerse referencia, exclusivamente a aquellas publicaciones en la cual se halla hecha explícita mención de su calidad de Becario de la CIC. (Ver instructivo para la publicación de trabajos, comunicaciones, tesis, etc.). Toda publicación donde no figure dicha aclaración no debe ser adjuntada. Indicar el nombre de los autores de cada trabajo, en el mismo orden que aparecen en la publicación, informe o memoria técnica, donde fue publicado, volumen, página y año si corresponde; asignándole a cada uno un número. En cada trabajo que el investigador presente -si lo considerase de importancia- agregará una nota justificando el mismo y su grado de participación.

7.2. PUBLICACIONES EN PRENSA. (Aceptados para su publicación. Acompañar copia de cada uno de los trabajos y comprobante de aceptación, indicando lugar a que ha sido remitido. Ver punto 7.1.)

Couyoupetrou L, Rolny D, Hurtado MA, Etcheverry R, Cremaschi G, Forte LM. 2013. "Evaluación de las propiedades tecnológicas de sedimentos colmatantes de cuerpos lénticos ubicados al sudeste del área metropolitana de Buenos Aires. Estudio preliminar para la formulación del Proyecto Productivo Inclusivo: Parque Ladrillero en el partido de Chascomús, provincia de Buenos Aires". Libro de Actas de la Primera Jornada de Investigación y Vinculación". Universidad Nacional Arturo Jauretche. (En prensa)

Couyoupetrou L, Rolny D, Hurtado MA, Cremaschi G, Lombardi J, Forte LM. 2013. "Evaluación de las propiedades cerámicas de suelos de excavaciones en el partido de La Plata mediante la aplicación de metodologías empíricas" Libro de Actas de las VI Jornadas de Investigación y V Jornadas de Becarios. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, UNLP. (En prensa)

Rolny D, Sovarzo L, Couyoupetrou L, Rodríguez G, Hurtado MA, Cremaschi G, Forte LM. 2013. "Estimación de las propiedades puzolánicas de algunos áridos artificiales mediante el método de la conductividad eléctrica". Libro de Actas de las VI Jornadas de Investigación y V Jornadas de Becarios. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, UNLP. (En prensa)

7.3. PUBLICACIONES ENVIADAS Y AUN NO ACEPTADAS PARA SU PUBLICACIÓN.
(Adjuntar copia de cada uno de los trabajos. Ver punto 7.1.)

7.4. PUBLICACIONES TERMINADAS Y AUN NO ENVIADAS PARA SU PUBLICACIÓN.
(Adjuntar resúmenes de no más de 200 palabras)

7.5. COMUNICACIONES. (No consignar los trabajos anotados en los subtítulos anteriores)

7.6. TRABAJOS EN REALIZACIÓN. (Indicar en forma breve el estado en que se encuentran)

8. OTROS TRABAJOS REALIZADOS. (Publicaciones de divulgación, textos, etc.)

8.1. DOCENCIA

8.2. DIVULGACIÓN

8.3. OTROS

9. ASISTENCIA A REUNIONES CIENTÍFICAS. (Se indicará la denominación, lugar y fecha de realización y títulos de los trabajos o comunicaciones presentadas)

"Primera Jornada de Investigación y Vinculación". Universidad Nacional Arturo Jauretche. Presentación del trabajo y expositor "Evaluación de las propiedades tecnológicas de sedimentos colmatantes de cuerpos lénticos ubicados al sudeste del área metropolitana de Buenos Aires. Estudio preliminar para la formulación del Proyecto Productivo Inclusivo: Parque Ladrillero en el partido de Chascomús, provincia de Buenos Aires". Florencio Varela, Octubre de 2013.

"Primer Congreso Internacional Científico y Tecnológico de la Provincia de Buenos Aires". Presentación del Poster. "Evaluación de las propiedades cermicas de RCD y EIRA, utilizando metodologías empíricas". La Plata, Septiembre de 2013.

"VI Jornadas de Investigación FAU UNLP 2013, V Jornadas de Becarios". Presentación del trabajo y expositor "Evaluación de las propiedades cerámicas de suelos de excavaciones en el partido de La Plata mediante la aplicación de metodologías empíricas", "Estimación de las propiedades puzolánicas de algunos áridos artificiales mediante el método de la conductividad eléctrica". La Plata, Setiembre de 2013.

10. CURSOS DE PERFECCIONAMIENTO, VIAJES DE ESTUDIO, ETC. (Señalar características del curso o motivo del viaje, duración, instituciones visitadas y si se realizó algún entrenamiento)

11. DISTINCIONES O PREMIOS OBTENIDOS EN EL PERIODO

12. TAREAS DOCENTES DESARROLLADAS EN EL PERIODO

13. OTROS ELEMENTOS DE JUICIO NO CONTEMPLADOS EN LOS TÍTULOS ANTERIORES (Bajo este punto se indicará todo lo que se considere de interés para la evaluación de la tarea cumplida en el período)

14. TÍTULO DEL PLAN DE TRABAJO A REALIZAR EN EL PERIODO DE PRORROGA O DE CAMBIO DE CATEGORÍA (Deberá indicarse claramente las acciones a desarrollar)
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES CERÁMICAS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN + ESTÉRILES SÓLIDOS DE EXPLOTACIONES DE ROCAS DE APLICACIÓN, UTILIZANDO METODOLOGÍAS EMPÍRICAS.

Las actividades a realizar, son las previstas en el Plan de Investigación para el segundo año de la Beca de Estudio. Además, se finalizarán las tareas pendientes de ejecutar relativas a la evaluación de las materias primas utilizadas en la industria cerámica, que han sido explicitadas en el Informe de Actividades del primer año

1) Materias primas utilizadas en la fabricación de ladrillos cerámicos

Se determinarán y analizarán las propiedades geotécnicas mediante los parámetros de Atterberg: Límite Líquido (LL), Límite Plástico (LP) e Índice de Plasticidad (IP). De acuerdo a su plasticidad, serán clasificadas según Casagrande (1948), empleando los criterios propuestos por Bain y Highley (1966).

2) Estériles de canteras de rocas de aplicación

Segunda etapa correspondiente al segundo año de la Beca de Estudio

Se analizará la composición química y mineralógica, que será determinada mediante tipificaciones microscópicas (cortes delgados y a grano suelto), análisis cuantitativo de Elementos Mayoritarios y difracción de rayos X. La evaluación de la aptitud tecnológica, de acuerdo con sus propiedades químicas y mineralógicas, se llevará a cabo empleando los diagramas ternarios propuestos por Fabbri y Fiore (1985), Fiore et al. (1989), Dondi et al (1992) y Fabbri y Dondi (1995).

Se diseñarán mezclas experimentales hasta obtener las mejores relaciones plásticas y granulométricas. Se construirán las curvas de Bigot, que permiten representar la evolución de la contracción en función de la pérdida de humedad y determinar la zona de secado crítico. Las mezclas que reúnan las mejores propiedades, se adoptarán para la elaboración de pastas cerámicas, con las que se moldearán probetas cúbicas de 70 x 70 x 70 mm de lado que serán sinterizadas en mufla eléctrica. En todas las probetas antes de la calcinación, se determinarán las dimensiones lineales, volumen, peso, densidad aparente y color. Sobre las probetas calcinadas, se determinará la variación de dimensiones lineales, volumen, peso, densidad aparente y color. Las probetas calcinadas serán sometidas a distintos ensayos, tales como absorción de agua, resistencia al congelamiento, envejecimiento acelerado, y resistencia a la compresión simple. Las mediciones se realizarán utilizando calibre analógico, calibre digital de 0.01 mm de precisión, dinamómetro digital de 0.1 gr. de sensibilidad, balanza granataria de 0.01 gr. de precisión y balanza analítica de 0.001 gr. de precisión. Las probetas serán ensayadas a compresión simple en prensa hidráulica provista de celda de carga tipo S y dinamómetro digital de sensibilidad 0,1 N. Todos los resultados serán comparados con los valores guía establecidos en la normas IRAM y el Reglamento CIRSOC 501y 501A.

3) Materiales finos presentes en la corriente de los RCD

Segunda etapa correspondiente al segundo año de la Beca de Estudio

Se analizará la composición química y mineralógica que será determinada mediante las mismas técnicas indicadas en el punto 1) para los estériles de canteras. La evaluación de sus propiedades cerámicas se realizará empleando los mismos procedimientos metodológicos.

Se diseñarán mezclas experimentales y elaborarán pastas cerámicas (tipo a), con las mismas técnicas indicadas en el 1). Su clasificación y evaluación se llevarán a cabo con idénticos procedimientos metodológicos. Con las pastas tipo a se elaborarán probetas cúbicas de 70 x 70 x 70 mm de lado que serán sinterizadas en mufla eléctrica. En todas las probetas antes y después de la calcinación, se realizarán las determinaciones y ensayos indicados en el punto 1). Todos los resultados serán comparados con los valores guía establecidos en la normas IRAM y el Reglamento CIRSOC 501y 501A.

En el paso siguiente, se modificará el diseño de las mezclas, a fin de obtener nuevas pastas cerámicas (tipo b) con la adición de diferentes porcentajes de residuos de mampostería cerámica de diferente granulometría, utilizando porcentajes de sustitución que se determinarán experimentalmente. Con las pastas de tipo b, se elaborarán probetas cúbicas de idénticas características a la elaboradas previamente (pastas de tipo a), que serán sinterizadas en mufla eléctrica. En todas las probetas, antes y después de la calcinación, se realizarán las mismas determinaciones y ensayos indicados en el punto 1) para las probetas elaboradas con estériles de canteras de rocas de aplicación. Todos los resultados, serán comparados con los valores obtenidos en los ensayos realizados sobre las probetas elaboradas con pastas de tipo a, con el propósito de determinar el porcentaje máximo de adición de residuos de mamposterías.

Toda la información resultante será comunicada al ámbito científico por medio de la elaboración de trabajos y artículos para revistas periódicas especializadas y en reuniones científicas; así como al medio socio productivo a través de los organismos pertinentes (CICBA, DPM Bs As, Empresas involucradas, etc.).

Condiciones de Presentación

- A. El Informe Científico deberá presentarse dentro de una carpeta, con la documentación abrochada y en cuyo rótulo figure el Apellido y Nombre del Becario, la que deberá incluir:
- Una copia en papel A-4 (puntos 1 al 14).
 - Las copias de publicaciones y toda otra documentación respaldatoria, deben agregarse al término del desarrollo del informe
 - Informe del Director de tareas con la opinión del desarrollo del becario (en sobre cerrado).

Nota: El Becario que desee ser considerado a los fines de una prórroga, deberá solicitarlo en el formulario correspondiente, en los períodos que se establezcan en los cronogramas anuales.

.....
Firma del Director

.....
Firma del Becario