



## Patologías en rocas que componen algunos monumentos funerarios del cementerio de la Recoleta, Buenos Aires, Argentina

### Pathologies in rocks that make up some tombstones in the cemetery of Recoleta, Buenos Aires, Argentina

Ponce, María Beatriz

Recibido: 05 de Julio de 2012 • Aceptado: 24 de Junio de 2013

#### Resumen

*A medida que avanzan los estudios en distintos monumentos funerarios del cementerio de la Recoleta, se amplía el conocimiento sobre los factores que inciden en la durabilidad de los materiales pétreos empleados en los mismos. Las tareas de limpieza y conservación las realiza la Dirección General de Patrimonio e Instituto Histórico, Dirección General Cementerio perteneciente al Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires en el marco del "Programa de Conservación y Restauración del Cementerio de la Recoleta". El INTEMIN (Instituto de Tecnología Minera) colabora con el citado organismo en el estudio y análisis de los monumentos.*

*Se refieren aquí nueve obras con diferentes grados de avance en los estudios con el objetivo de completar datos sobre los materiales, estado de conservación y patologías detectadas. Los procedimientos analíticos incluyen microscopía óptica destinada a determinar la petrografía de las piedras empleadas, difracción de rayos X (DRX), microscopía electrónica de barrido (SEM) y análisis de microsonda de energía dispersiva EDAX.*

*Se efectúa el reconocimiento de los factores ambientales que actúan en el deterioro de los materiales de cada obra determinando las patologías generadas.*

*El objetivo inmediato consiste en detectar las patologías presentes en cada obra con la finalidad de contar con datos que permitan seleccionar el tratamiento más adecuado sea de limpieza y/o conservación. El otro objetivo a largo plazo es incorporar la información a un documento relacionado a cada obra con la finalidad de contar con una memoria de la misma en materiales, estado de deterioro y posibles tratamientos a los que fue sometida.*

**Palabras clave:** patologías, monumentos funerarios, Recoleta, Argentina.

#### Abstract

*As long as there is an advance in the studies of the different tombstones in Recoleta cemetery, there is a growth in the knowledge about the factors that affect the durability of stone*

INTEMIN-SEGEMAR Av. Gral. Paz 5445, edificio 14 SEGEMAR,  
1650, San Martín, Buenos Aires

✉ beatriz.ponce@segemar.gov.ar

*materials used in them. The cleaning and preservation tasks are performed by the General Direction of Heritage and Historical Institute, Cemetery General Direction that belongs to the Government of Buenos Aires City as part of the "Program for Conservation and Restoration of Recoleta Cemetery". The INTEMIN (Institute of Mining Technology) collaborates with the cited Organism in the study and analysis of the monuments.*

*Here are referred nine works with different state of progress in the studies, with the objective of complete data on materials, conservation state and pathologies detected. Analytical procedures include optical microscopy used to determine the petrography of the stones used, X-ray diffractometry (XRD), scanning electron microscopy (SEM) and microprobe analysis of dispersive energy (EDAX).*

*It is performed the recognition of environmental factors acting on the deterioration of the materials of each work identifying pathologies generated.*

*The immediate objective is to detect the pathologies present in each work in order to have data to select the most appropriate treatment, that is cleaning and/or preservation. The other long-term goal is to incorporate the information into a document related to each work in order to have a memory of it in materials, state of deterioration and possible treatments to which it was subjected.*

**Keywords: pathologies, tombstones, Recoleta, Argentina**

## INTRODUCCION

El cuidado del patrimonio en cualquiera de sus manifestaciones representa un interés cada vez mayor por parte de diversas instituciones. Para cumplir con este objetivo es necesario conocer los procesos por los cuales se produce el deterioro de aquello que se desea conservar, para implementar los procedimientos adecuados en cada caso.

Los estudios desarrollados forman parte de trabajos efectuados conjuntamente con la Dirección General de Patrimonio e Instituto Histórico, Dirección General Cementerio perteneciente al Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires en el marco del "Programa de Conservación y Restauración del Cementerio de la Recoleta". El INTEMIN (Instituto de Tecnología Minera) dependiente del Servicio Geológico Minero Argentino, colabora en los análisis y estudios de cada obra.

Se inscriben en este trabajo nueve monumentos funerarios, pertenecientes al cementerio de la Recoleta de la ciudad de Buenos Aires, mencionando que cuatro de ellos (Olivera de Pignetto, Nicolás Avellaneda, Estanislao Soler y Federico Brandsen) han sido estudiados exclusivamente, por el desarrollo de costras negras; tres (Virgilio Tedín, Luis María Campos y Father Fahy) en la determinación de la petrografía de sus materiales pétreos y el efecto del paso del tiempo en los mismos y uno (Rufina de Cambaceres) en el empleo de un biocida en tareas de limpieza con relación a los organismos presentes, para evaluar la efectividad del producto empleado.

Todos los monumentos mencionados en este trabajo están siendo monitoreados para evaluar las tareas realizadas a las cuales se incorporan nuevos estudios, con el fin de complementar la información con datos referidos a sus materiales, estado de conservación, tratamientos a los que fueron sometidos y cualquier otra intervención que se considere importante en futuras tareas de limpieza y restauración.

Todas las obras descritas presentan distintos tipos de rocas, siendo su antigüedad promedio cercana a los 100 años razón por la cual, se considera que un estudio efectuado sobre la durabilidad de tales materiales pétreos, puede ofrecer resultados factibles de ser interpretados en el marco del intemperismo al cual se encuentran sometidas. También se toman en consideración

las características de la ubicación geográfica del cementerio, el cual se halla situado en una zona céntrica de la ciudad de Buenos Aires rodeado de calles con intenso tránsito automotor, lo que genera el desarrollo de un microclima dentro del mismo. Su proximidad a la costa del río de la Plata, estimada entre 1000 y 1500 metros, influye en las condiciones ambientales del cementerio.

Las obras objeto de estudio poseen rocas carbonáticas como mármol, dolomita y caliza y otras de tipo ígneo como granito, gabro y diorita.

El objetivo inmediato que se persigue en este trabajo, es la detección de las patologías presentes en cada monumento, en tanto que el objetivo a más largo plazo, consiste en contar con un documento integrador de todos los estudios efectuados y sus resultados de cada obra, con la finalidad de disponer de la información correspondiente a la petrografía, grado de deterioro, patologías, intervenciones, mantenimiento realizado y eventualmente, el tratamiento al que hayan sido sometidas. La información compilada se constituirá en la memoria de cada monumento.

Los métodos de estudio aplicados incluyen exámenes petrográficos mediante corte delgado, difracción de rayos X (DRX), microscopía electrónica (SEM) y análisis de microsonda de energía dispersiva (EDAX).

## CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DEL CEMENTERIO DE LA RECOLETA

El cementerio de la Recoleta se halla ubicado en una zona céntrica de la ciudad de Buenos Aires, próxima al río de la Plata, determinando un tipo de clima templado húmedo. En invierno la temperatura promedio es de 10 °C y en verano de 27 °C. El régimen de lluvias es de 1000 mm/año con una humedad relativa del 70 % o más.

La cercanía al río del cementerio se estima entre 1000 y 1500 metros de la costa. Tal ubicación produce que dicha área esté afectada por las lluvias y vientos que presentan una orientación predominante del cuadrante Sur-Este, lo que ocasiona durante las tormentas el fenómeno denominado localmente como "sudestadas".

Los factores climáticos unidos a los generados por la población ambiental, son los principales responsables de la degradación de las piedras empleadas en los monumentos históricos del cementerio, a los que según el caso, se suma la falta de mantenimiento adecuado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En la Tabla 1 se muestran las obras relevadas y estudiadas, estableciendo su escultor, año de ejecución, variedad petrográfica utilizadas y ubicación de las obras.

**Tabla 1. Detalle de los monumentos funerarios estudiados.**

Monumento	Autor	Fecha	Variedades petrográficas	Otras consideraciones
1. Francisca Olivera de Pignetto	Luis Perloti	1928	Dolomita Granito pegmatítico	Orientación sur. En proximidad al pórtico de ingreso (calle Junín 1760)
2. Nicolás Avellaneda	Jules Coután	1905	Mármol	Ubicado contra una pared perimetral del cementerio (calle Vicente López)
3. Estanislao Soler	Torcuato Taso	1929	Mármol	Inmediato a la entrada sin vegetación circundante
4. Carlos Federico Brandsen	Robairone /de la Serna	1905	Mármol	Cercano a la entrada sin vegetación circundante
5. Luis María Campos	Jules Coután	1915	Mármol Gabro	Contra una pared perimetral del cementerio (calle Vicente López)
6. José C. Paz	Jules Coután	1905	Mármol	Granito alcalifeldespático Cercano al Cristo de ubicación central
7. Rufina de Cambaceres	Sin datos	1903/1908?	Mármol (variedad homogénea y veteados)	Zona central sin vegetación circundante
8. Virgilio Tedín	Vincenzo Sansebastiano	1899Aprox.	Caliza fosilífera Mármol Cuarzodiorita	Contra pared perimetral del cementerio (calle Azcuénaga)
9. Father Fahy	Sin datos	1912 Aprox.	Mármol Granito Caliza bioclástica	A un costado del Cristo central, rodeado de vegetación

### 1. FRANCISCA OLIVERA DE PIGNETTO

**Ubicación:** Sección 9 T, de orientación sur contra el muro perimetral del cementerio que da a la calle Junín en la cual se encuentra la entrada al cementerio. El sepulcro por su ubicación local entre construcciones más elevadas provoca la formación de un ambiente húmedo con escasa circulación de aire.

**Composición del monumento:** Se compone de una placa superior vertical apoyada sobre otra horizontal ambas de dolomita. En la primera, el autor ha esculpido una figura femenina de perfil vestida con una túnica con pliegues, apoyada sobre un fondo de roca texturado (Figura 1). Ambas placas, a su vez, descansan sobre un pedestal de granito. En el tratamiento superficial el escultor ha trabajado con un cincel.

**Tipo de roca:** Ambas placas vertical y horizontal fueron realizadas en dolomía, en tanto que el pedestal sobre el que se apoyan, corresponde a un granito pegmatítico. Ambas variedades petrográficas fueron estudiadas mediante microscopio óptico en corte delgado.

La dolomía está formada esencialmente por calcita (carbonato de calcio) y ankerita (carbonato de calcio con hierro y magnesio en cantidades variables). El granito del pedestal se presenta de color gris medio con un importante desarrollo de cristales de feldespato potásico mostrando por sectores cierta orientación.



**Figura 1. Detalle del rostro femenino esculpido en dolomita.**

**Patologías detectadas:** La ubicación del monumento genera la concentración de humedad, razón por la cual en las placas dolomíticas se desarrollan áreas de variedad cromática en la forma de pátinas, que cambian según la época del año entre el color negro, el pardo rojizo y el neutro cálido.

También en la dolomita, se ha producido por procesos de disolución a consecuencia de la lluvia y agentes atmosféricos, junto a la acción biológica de líquenes y hongos. En la Figura 2 se muestra cristales de dolomita corroídos.

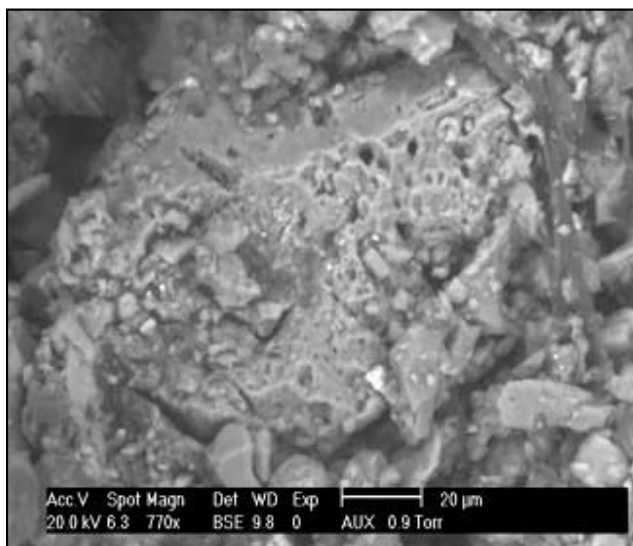


Figura 2. Cristales de dolomita corroídos (X 770).

Se desarrollan pátinas con espesores hasta 0,05 mm de color pardo rojizas y zonas ennegrecidas hasta formar un recubrimiento crustiforme. Parte de este material fue identificado mediante difracción de rayos X que detectó la presencia de yeso, corroborado también por EDAX (Crespo et al, 2001).

Dadas las características del área del sepulcro, la humedad ha intervenido como incentivo para que exista actividad biológica generando films donde se reconocen líquenes y hongos. Éstos últimos producen corrosión superficial provocando disrupción entre los cristales de dolomita, evidenciados en la observación por microscopio electrónico (SEM) (Figura 3).

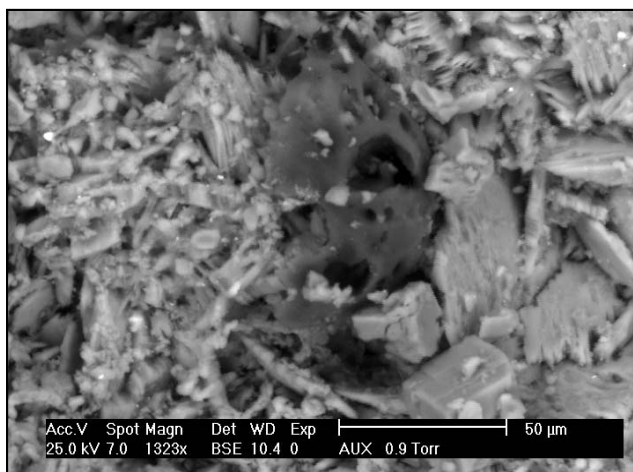


Figura 3. Inserción de líquenes en el sector central entre los cristales de dolomita (X1323).

En las pátinas que presentan color pardo rojizo desarrolladas en la dolomita, mediante EDAX se detectaron valores significativos de hierro y presencia de elementos relacionados con la actividad biológica como C, Si, P y S.

**Granito:** Se observó el desarrollo de una pátina negra que al ser analizada por EDAX muestra una significativa cantidad de hierro. Los fenocristales de feldespato observados con SEM también manifiestan cierto grado de corrosión.

## 2. NICOLÁS AVELLANEDA

**Ubicación:** Sección 20 Tablón 9 ubicado sobre el paredón perimetral que da a la calle Vicente López, con orientación su-reste.

**Composición del monumento:** Posee una escultura de bulto ubicada en el centro del monumento representando La Elocuencia, todo apoyado sobre un pedestal. En la parte superior ha sido colocado el busto de Nicolás Avellaneda (Figura 4).



Figura 4. Monumento a Nicolás Avellaneda.

**Tipo de roca:** El sepulcro está realizado en mármol de Carrara (según registros del cementerio). El resto de la obra que corresponde al apoyo inferior de la escultura (a nivel de la vereda), ha sido realizada en mampostería.

**Patologías detectadas:** El mármol está formado por carbonato de calcio (calcita), que al estar expuesto al intemperismo genera un aumento de la porosidad superficial, favoreciendo el desarrollo de pátinas de polvo y partículas compuestas por cenosferas (de composición carbonosa), costras negras, áreas de biofilm y depósitos de elementos metálicos como Pb, Zn, Ti, Cu, Zr, Sr, y Ni, además de otros elementos como C, P, Cl y Si producto de la actividad de los organismos, S presente en la

formación de yeso y Fe (origen ambiental), todo detectado por EDAX (Figura 5) (Ponce, 2010).

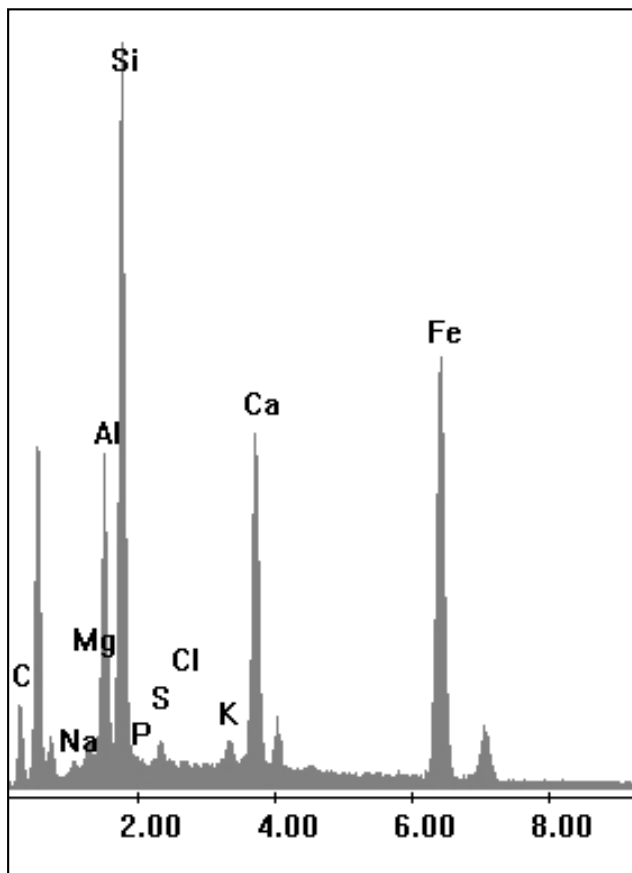


Figura 5. EDAX donde se muestra C y Si (actividad orgánica), Fe (partícula ambiental).

Otra de las patologías encontradas corresponden a costras formadas por yeso y whewelita (oxalato de calcio) como minerales extraños a la composición de la roca (mármol) (Crespo y Ponce, 2002).

Se observaron sectores donde faltan algunos fragmentos del monumento, posiblemente producto de la acción antrópica.

La actividad biológica se manifiesta por la presencia de líquenes que se insertan en la capa supraepilítica deteriorando la cohesión superficial de los cristales de naturaleza carbonática (Figura 6). A todo esto debe agregarse acciones producto de la mala ejecución en las reparaciones de algunos sectores marmóreos (Figura 7).

### 3. ESTANISLAO SOLER

**Ubicación:** Sección 9, Tablón 1, Fracción 11+12. Aproximadamente a 4 metros de la entrada sin vegetación circundante (Figura 8), orientación norte.

**Composición del monumento:** Escultura de bulto, con talla de una mujer esculpida en mármol de Carrara (según registro del cementerio) apoyada en pedestal de la misma roca.

Tipo de roca: Mármol de color blanco constituido por calcita.

**Patologías detectadas:** Desarrollo de pátinas ennegrecidas y otras de color verdoso producidas por movilización de hidróxidos a partir de una placa de bronce.

Hay formación de costras negras donde se ha identificado la presencia de yeso y oxalato de calcio, como también zonas húmedas con desarrollo de organismos (líquenes).

Es interesante apuntar que mediante análisis de EDAX se han detectado elementos químicos vinculados a la contaminación ambiental tales como Pb, Fe, Ti, Sn y Zn.

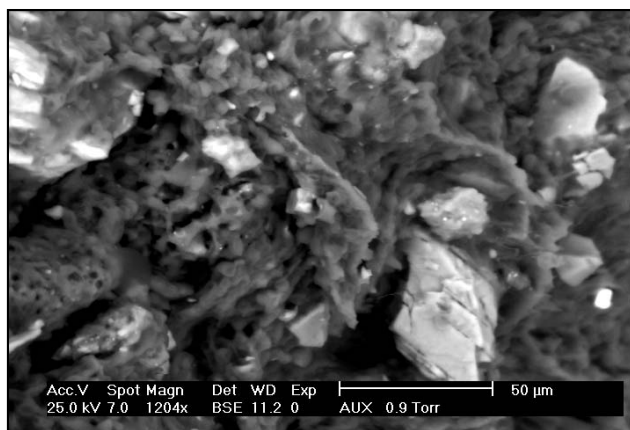


Figura 6. Detalle de la inserción de organismos que provocan el deterioro de la superficie epilítica de la roca (X1204).

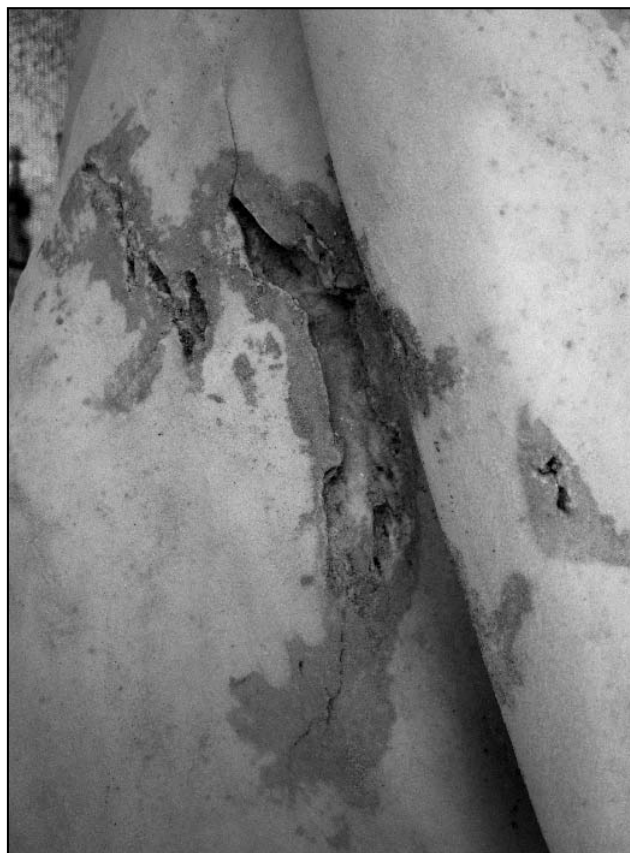


Figura 7. Deficiente implementación y ejecución de las reparaciones realizadas



Figura 8. Monumento a Estanislao Soler.

#### 4. CARLOS FEDERICO BRANDSEN

**Ubicación:** Sección 9, Tablón 1, separación 9/11, situado cercano a la entrada, sin vegetación circundante (Figura 9).

**Composición del monumento:** Está realizado en un conjunto integrado por una alegoría que representa La Gloria con un busto en la parte superior del prócer todo realizado en mármol, mientras que en el sector inferior se hallan en bronce una espada y una palma.

**Tipo de roca:** Íntegramente realizado en mármol de Carrara (según registros del cementerio).

**Patologías detectadas:** De acuerdo a observaciones y resultados analíticos muestran patologías similares con los monumentos a Carlos Federico Brandsen y a Estanislao Soler.

Además de la formación crustiforme (yeso + oxalato de calcio) también existe un componente biológico que modifica el color blanco de la roca oscureciéndola (Figura 10) alterando la capa supraepilítica de la misma. Mediante microsonda se encontraron elementos pertenecientes a la contaminación ambiental tales como los metálicos Pb, Fe, Ti, Zn, Zr y Sr, además de aquellos resultantes de la actividad biológica como P y Si (productos ácidos precipitados).

#### 5. LUIS MARÍA CAMPOS

**Ubicación:** Cercano a la pared perimetral del cementerio que da a la calle Vicente López, con orientación norte.



Figura 9: Monumento a Carlos Federico Brandsen.

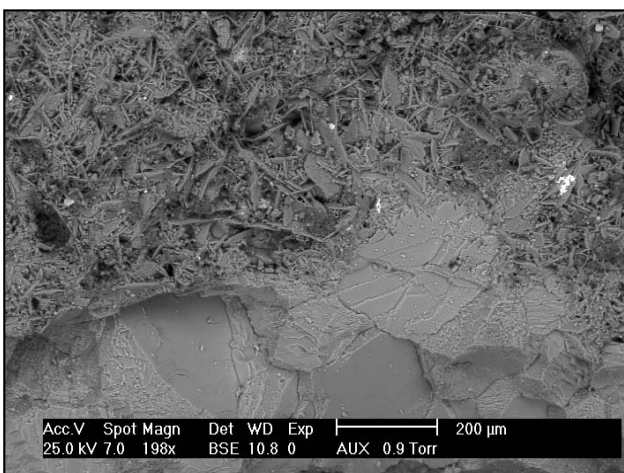


Figura 10. Detalle de las partículas acumuladas en la superficie del mármol (X198).

**Composición del monumento:** La figura central del General Campos está realizada en mármol blanco con suave vetado en gris azulado. El resto de la obra, también mármol pero de aspecto homogéneo de color blanco está constituido por una figura femenina alada en el sector superior y dos en el inferior, representando estas últimas a la Patria y a la esposa del general. Todo el conjunto se halla recostado en un basamento de gabra color negro (Figura 11).

**Tipo de roca:** Todo el monumento con excepción de la base, es de mármol vetiforme evidente en la escultura del general. En corte delgado bajo microscopio, evidencia la textura



Figura 11. Monumento a Luis María Campos].

granoblática de granos anhedral de calcita, observándose escasos óxidos e hidróxidos de hierro.

El basamento fue identificado como gabro compuesto esencialmente por plagioclasa y piroxeno, el cual se halla alterado a tremolita que en ocasiones se muestra rodeada por clorita. También se observa que el piroxeno puede pasar a biotita. Como minerales secundarios presenta opacos y biotita, en tanto como accesorios se halla apatita y cuarzo el cual ocupa los espacios entre los cristales máficos (Figura 12).

**Patologías detectadas:** Se evidencia en el mármol vetiforme de la figura del general y los de las figuras femeninas un comportamiento diferente frente al intemperismo. En el primero es posible ver a simple vista el desarrollo de fisuras de tamaño variado entre 10 y 30 mm de largo, llegando a los 3 mm de ancho y oquedades distribuidas en toda la obra en el orden de varios milímetros (0,5 – 3) (Figura 13), así como presencia de eflorescencias salinas. Estas últimas fueron identificadas por difracción de rayos X, como una asociación mineral anhídrita-calcita (Figura 14).

El gabro del pedestal muestra acumulación superficial de partículas ambientales cuya identificación con EDAX indica la presencia de elementos como Pb, Fe, Zn, S y C, P, y Cl producto de la actividad orgánica (Figura 15).

## 6. JOSÉ C. PAZ

**Ubicación:** En el centro del cementerio, cercano al Cristo. La orientación es sureste.

**Composición del monumento:** El monumento se compone de tres figuras aladas, una superior y dos inferiores de már-

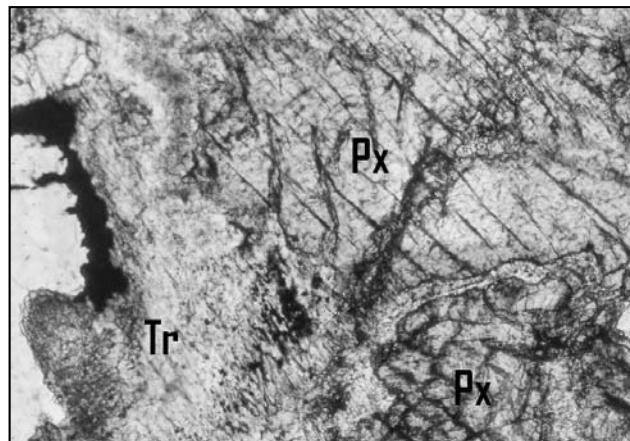


Figura 12. Detalle del reemplazo centripeto de tremolita (Tr) a partir de un piroxeno (Px) (X 200).



Figura 13. Oquedades y eflorescencias salinas en la escultura del Gral. Campos.

mol de color blanco. Se apoya en una base granítica de color gris oscuro (Figura 16).

**Tipo de roca:** Las figuras marmóreas están constituidas por una variedad pétrea de tipo homogéneo en color y textura que según los registros del cementerio sería originario de las canteras de Carrara.

La base de apoyo ha sido identificada como granito que presenta ocasionales variaciones texturales formadas por cristales feldespáticos (que llegan hasta el centímetro de desarrollo) en forma de lineamientos restringidos a tales cristales y que corresponden a los planos de clivaje o maclas. Según la clasificación de la IUGS (Unión Internacional de Geociencias) en el diagrama QAPF, corresponde a la variedad *alcalifeldespática*, ya que el feldespato alcalino es el mineral principal y secundariamente el cuarzo (aproximadamente en un 28%)

**Patologías detectadas:** Tal como se ha descrito en otras obras marmóreas, se observa que los poros superficiales han sido afectados por su exposición al ambiente, aumentando su capacidad de absorción. También la aparición de puntos y manchas de coloración rojiza.

Mediante EDAX se ha detectado la presencia de partículas ambientales y de colonización biológica con presencia de bacterias, hongos y líquenes (*Guiamet et al., 2011*).

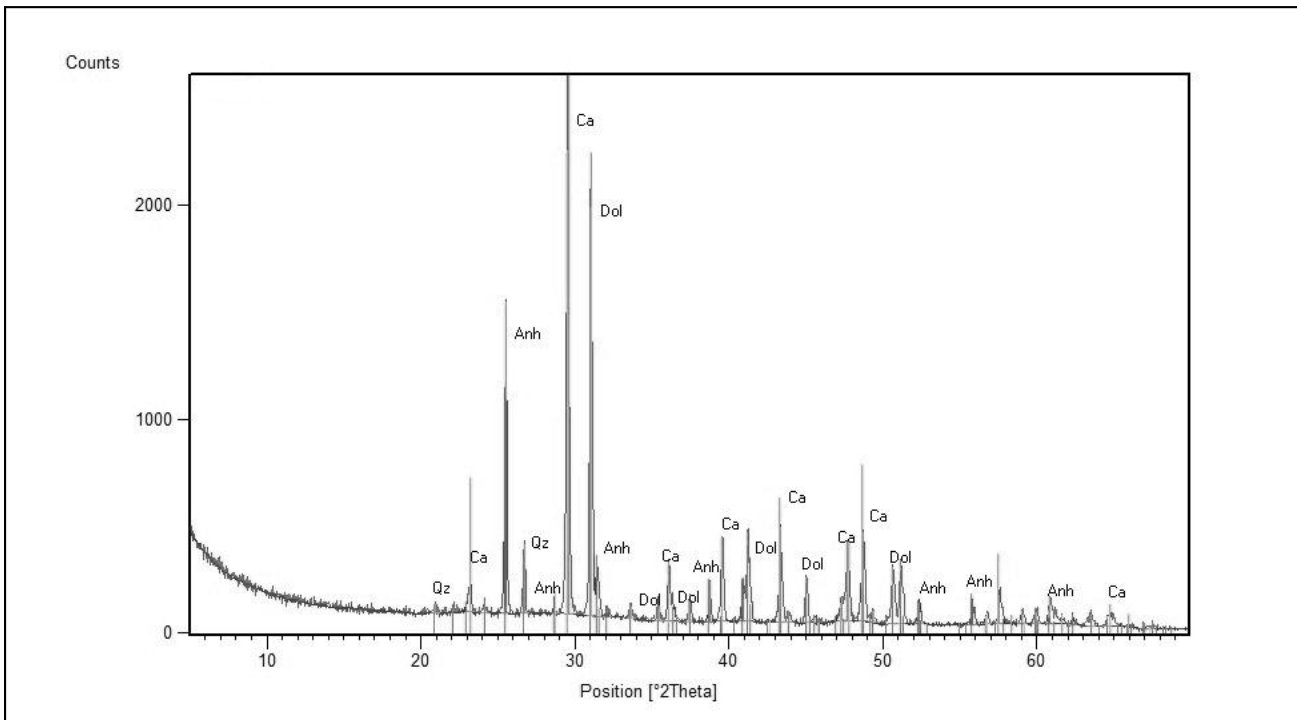


Figura 14. Determinación de anhidrita y calcita mediante difracción de rayos X

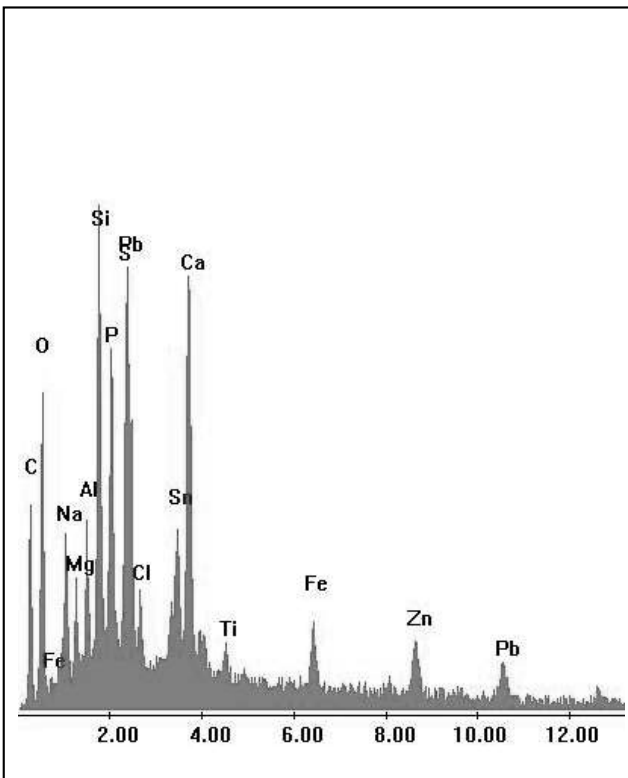


Figura 15. Determinación mediante EDAX de los elementos provenientes de la contaminación ambiental (Pb, Fe, Zn, S) y de la actividad orgánica (C, P y Cl) presentes en el gabro.



Figura 16. Monumento a José C. Paz.



En algunos sectores se observa la generación de microfisuras y pérdida de cohesión producto de las patologías mencionadas.

En el pedestal granítico, la actividad biológica fue corroborada mediante el análisis por EDAX, que evidencia la presencia preponderante de elementos como C, Si, P y Cl. No obstante, se detectó la presencia de Pb sin encontrarse otros elementos metálicos (Figura 17).

## 7. RUFINA DE CAMBACERES

**Ubicación:** En el sector central del cementerio libre de vegetación. La orientación de la bóveda es sureste y ocupa una esquina entre calles.

**Composición del monumento:** La obra está formada por una figura femenina realizada en mármol blanco que parece estar asomada a la puerta del sepulcro (Figura 18). El resto de la bóveda también se halla revestido en placas marmóreas de color blanco.

**Tipo de roca:** Corresponde a un mármol de color blanco homogéneo (estatuario ?) para el caso de la figura femenina; los revestimientos de las paredes externas de la bóveda también han sido realizados en placas de mármol de color blanco.

**Patologías detectadas:** En los aplacados de las paredes exteriores de la bóveda se observan manchas rojizas así como parte de los ornamentos especialmente en los sectores superiores de la misma. La alteración cromática estaría asociada a la actividad biológica (Guíamet et al., 2011) donde fueron identificadas

especies de hongos que poseen pigmentos biogénicos que pueden impartir coloración a las rocas.

La alterabilidad de la roca marmórea se manifiesta con el desarrollo de pequeños orificios en la figura de la joven, pérdida de lustre de la superficie original y la aparición de eflorescencias salinas de composición yeso (Figura 19), especie mineral identificada mediante difracción de rayos X.

## 8. VIRGILIO TEDÍN

**Ubicación:** Sobre la pared perimetral del cementerio que a la calle Azcuénaga. La orientación de la obra se encuentra en el cuadrante NW.

**Composición del monumento:** Considerando el conjunto de forma vertical frontal y de arriba hacia abajo, se compone de ornatos, figura sentada que representa a la Justicia y un ángel de pie. Este conjunto se apoya en una placa ubicada a espaldas del pedestal realizada con una caliza color ocre, la que se repite en el sector inferior del pedestal donde se han grabado leyendas referidas al prócer (Figura 20).

Toda la obra está apoyada en un nivel de escalones cuya composición es la misma que la correspondiente al basamento y sillón, compuesta por un mármol de color gris.

Finalmente, el nivel más bajo de escalones (igual nivel de la vereda) están realizados en una roca ígnea.

**Tipo de roca:** Todo el conjunto se encuentra realizado en tres variedades petrográficas: caliza, mármol y diorita.

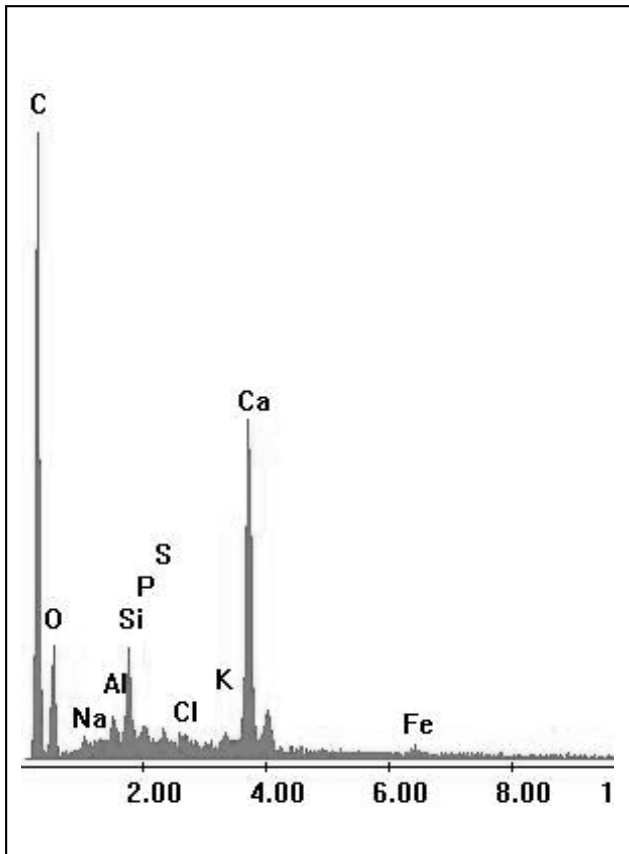


Figura 17: Elementos ligados a la actividad biológica (C, P, S y Cl) establecidos mediante EDAX



Figura 18. Bóveda Rufina de Cambaceres.

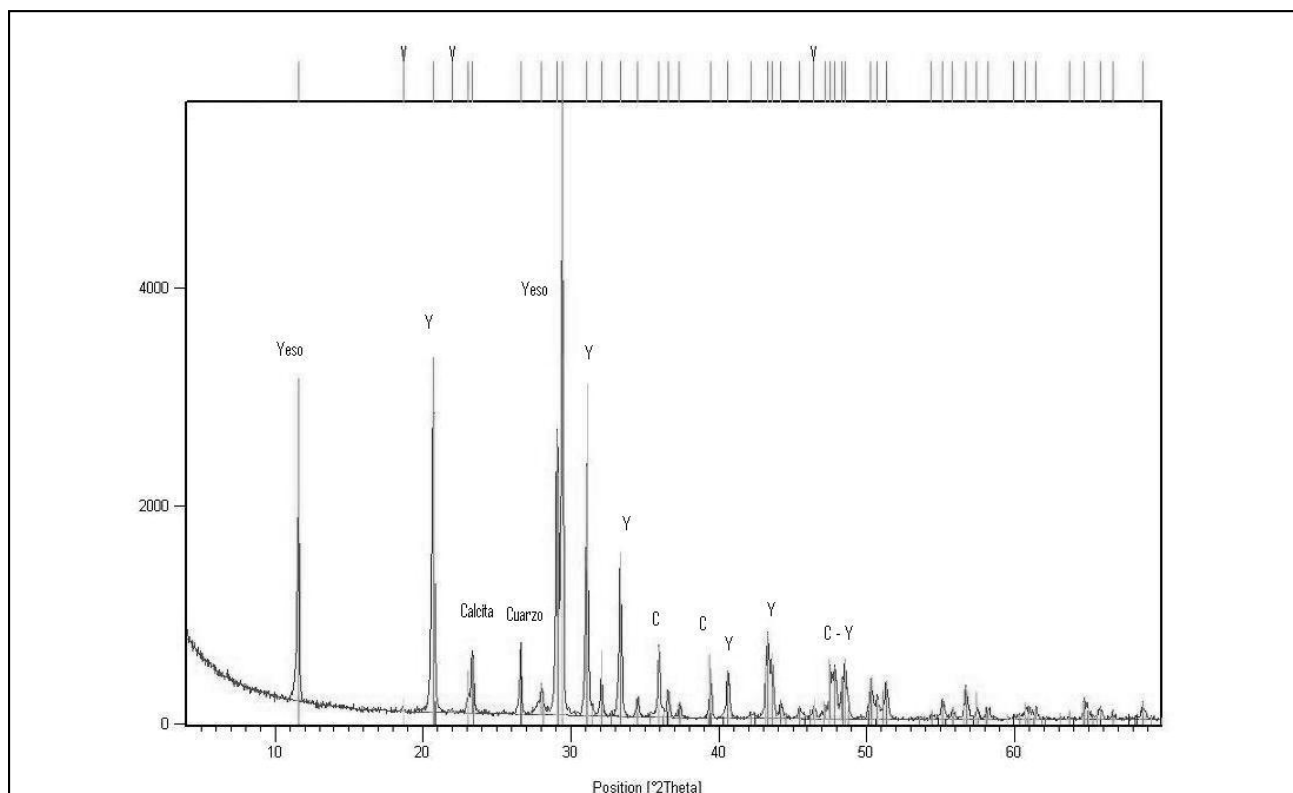


Figura 19. DRX donde se detecta formación de yeso.



Figura 20. Monumento a Virgilio Tedín.

La caliza es de color ocre (señalada a en el monumento) y está formada por una abundante cantidad de partículas esqueléticas en una proporción cercana al 40%, con formas alargadas y curvadas, en parte amorfas, con una composición de micrita, microesparita y esparita (Figura 21). Existe proporción de material vegetal inferior al 10% y material aglomerante cuya composición responde a carbonato micrítico de color rojizo (35%). La clasificación de esta caliza es: caliza fosilífera.

El mármol (señalada como b en el monumento) es la roca en la cual se esculpió el ángel en el frente del monumento y la Justicia (sentada), todo en la variedad de color blanco homogéneo. La textura es granoblástica formada por calcita con cristales cuyo tamaño promedio es 360  $\mu\text{m}$ , mostrando un marcado clivaje romboédrico. También se observó presencia de óxidos de hierro.

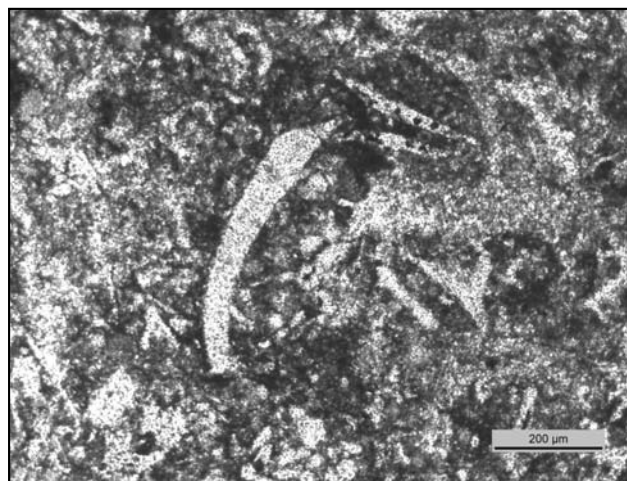


Figura 21. Detalle de la textura de la caliza fosilífera.

Los escalones superiores, el basamento y el sillón (señalado como c en el monumento) fueron realizados en una roca carbonática de color gris, compuesta por calcita. Se observó presencia de óxidos de hierro en especial en los planos de clivaje y en los límites intergranulares. Esta roca ha sido clasificada como mármol.

Los escalones inferiores (señalados como d en el monumento) están constituidos por una roca con textura granosa media compuesta esencialmente por plagioclasa y secundariamente por cuarzo. Las plagioclasas se muestran leve a moderadamente alteradas a argilominerales. Como minerales accesorios aparecen feldespato potásico, biotita, moscovita, clinozoisita y circón. Las biotitas muestran procesos de deferrización, que genera óxidos e hidróxidos de hierro y la clinozoisita se presenta con fracturación avanzada. Esta variedad pétreo ha sido clasificada como cuarzodiorita.

**Patologías detectadas:** La observación de estas esculturas en mármol de color blanco, permite determinar que se ha producido lixiviación que delimita la circulación de agua, generando pequeños canales de escorrentía pluvial; se relevó la presencia de manchas de color rojizo, en especial en la alegoría que se halla de pié. Otras manchas son de color azulado por oxidación de una corona de laureles de bronce, hoy faltante. Se han desarrollado costras negras en áreas protegidas de la lluvia y puntos amarillentos en diferentes lugares de las esculturas.

En los sectores correspondientes a la variedad marmórea de color gris se detectaron zonas de alta porosidad, pérdida de material y de cohesión. En las placas de ubicación horizontal se ha desarrollado una superficie que por sus características y aspecto ha sido denominada “piel de elefante” (Figura 22).

En el sector a espaldas del monumento (frente al paredón perimetral del cementerio) existe un biofilm el cual se ha visto favorecido en su desarrollo, por períodos sucesivos de alta humedad y escasa ventilación.

La caliza de color ocre se muestra un avanzado estado de deterioro evidentes en la pérdida de material y de la cohesión (Ponce et al., 2011).

## 9. FATHER FAHY

**Ubicación:** En el centro del cementerio rodeado de araucarias.

**Composición del monumento:** Se forma con una estructura central con columnas y bolas decorativas en granito rosado; en el sector superior una cruz céltica y está flanqueado por dos ángeles y al frente un arcángel. Estos tres últimos en mármol blanco (Figura 24).

**Tipo de roca:** Según antecedentes consultados, todas las variedades pétreas serían originarias de canteras irlandesas (www.stonedevopment.ie).

Los ángeles de los laterales se encuentran esculpidos en mármol de color blanco, que en corte delgado al microscopio se reconoce como mineral principal calcita granoblástica, con eventuales pátinas ferruginosas y minerales accesorios como minerales opacos y cuarzo.

En el caso de la alegoría frontal (arcángel) la composición mineralógica también corresponde a calcita, pero está acompañada de dolomita en forma de gránulos cristalinos con tamaño promedio de 90  $\mu\text{m}$  (Figura 25).

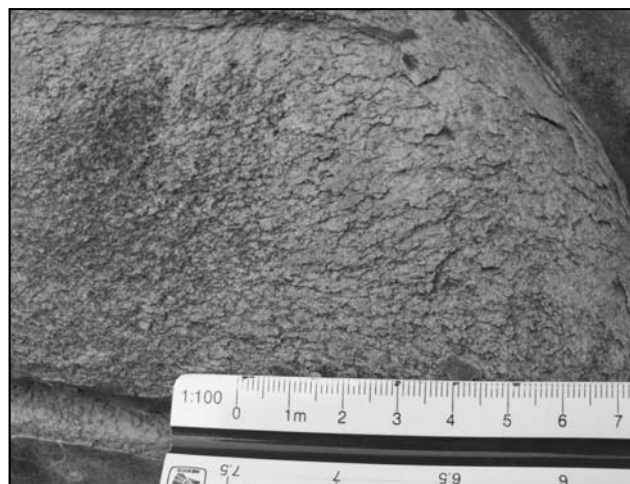


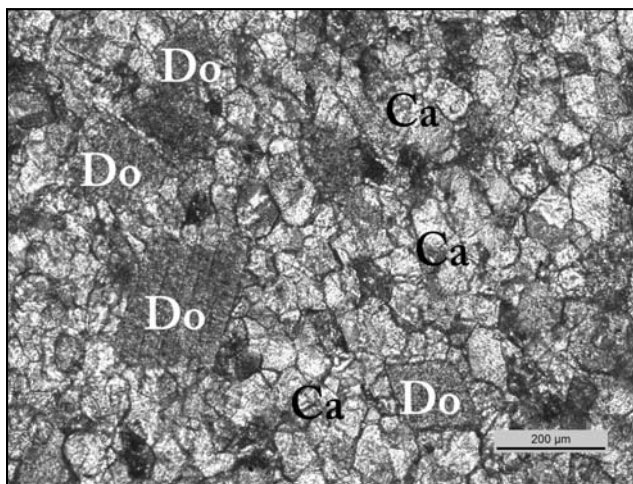
Figura 22. Mármol gris con aspecto de “piel de elefante”.



Figura 23. Aspecto de la caliza color ocre.



Figura 24. Monumento al Father Fahy.

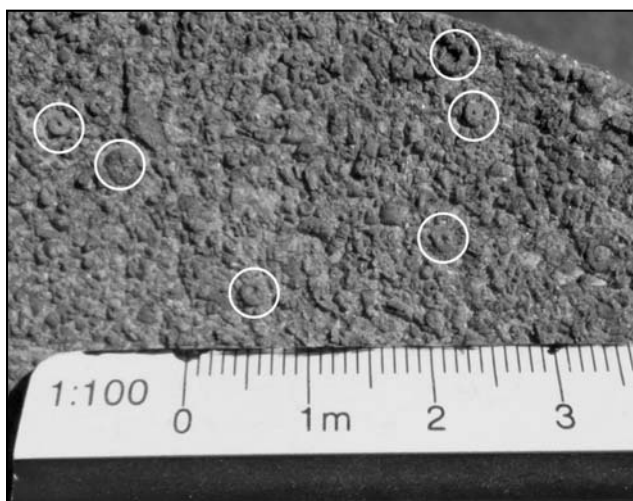


**Figura 25. Textura de la roca que constituye el Arcángel. Cristales de dolomita ehedral inmersa en una matriz formada por calcita.**

Las columnas y bolas decorativas han sido realizadas en granito rosado el que presenta abundante cuarzo, feldespato potásico, biotita y minerales opacos. La terminación es pulido brillante.

El basamento y la cruz se hallan realizados en una caliza que posee la característica de contener pelmas de crinoideos, que en corte delgado se muestran junto a cristales de dolomita y un material cementante de tipo carbonático (Figura 26). Los bioclastos son de composición calcárea con formas redondeadas y tamaños máximos de 2 mm. Es posible observar que algunos contienen un centro de calcita recrystalizada o de dolomita. Se ven pátinas ferruginosas (Figura 27). Las características petrográficas encontradas coinciden con la caliza Irish Blue explotada en canteras de Kilkenny, Irlanda ([www.stonedevelopment.ie](http://www.stonedevelopment.ie)). La clasificación otorgada a esta roca es caliza bioclástica.

**Patologías detectadas:** El mármol de las esculturas laterales se ve con una porosidad mayor y desarrollo de puntos amarillentos, con relación a la figura del frente, donde no se detectan tales evidencias. Es probable que la presencia de dolomita en el arcángel haya contribuido a la mejor conservación de la escultura.



**Figura 26. Aspecto de la caliza con crinoideos.**

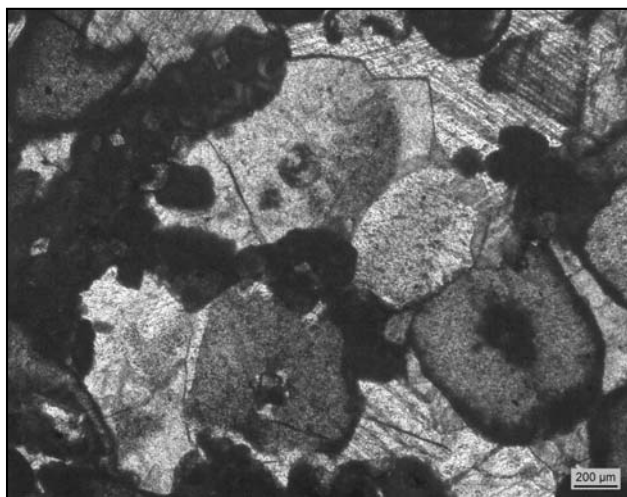
El resto de los materiales pétreos constituidos por granito y caliza bioclástica sólo presentan depósitos de partículas superficiales.

## DISCUSIÓN Y RESULTADOS

Los resultados obtenidos en los diferentes estudios referidos a los monumentos funerarios expuestos en este trabajo, permiten realizar una diferenciación de patologías según sea el tipo de roca. De esta forma, es posible agrupar aquellas cuya composición es de tipo carbonática tales como dolomita/mármol/caliza de las que se identificaron como cuarzodiorita/gabro/granito.

En el caso de las rocas carbonáticas se han registrado las siguientes patologías:

- **Pátinas ennegrecidas/costras negras:** Formadas por polvo y partículas superficiales, contaminación atmosférica y/o zonas donde no llega el agua de lluvia. En el caso especial de los mármoles el desarrollo de costras negras se produce por la acción de la lluvia ácida producto de la combinación de dióxido de carbono y el dióxido de azufre atmosféricos con el vapor de agua formando ácido sulfúrico y ácido carbónico que actúa sobre el carbonato de la roca disolviéndolo, este último es lixiviado y trasladado en forma de solución, la cual puede depositarse en la superficie pétreo formando un compuesto de yeso y oxalato de calcio tal como sucede en los casos de los monumentos Avellaneda, Soler, Campos y Cambaceres.
- **Pérdida del pulido original.** Debido a la acción de las lluvias y por la heterogeneidad mineralógica. La presencia de vetas de tipo arcilloso produce una superficie irregular por degradación diferencial ante los agentes agresivos que actúan sobre la roca.
- **Aumento de la porosidad superficial** por disolución química de los minerales carbonáticos que constituyen la roca o producto de la acción biológica.
- **Fisuración** a escala microscópica (microfisuración) como consecuencia de la acción de los agentes ambientales. Las fisuras observables a simple vista (macrofisuras) el origen puede ser estructural o antropogénico.



**Figura 27. Sección delgada en la cual se observa la estructura de crinoideos.**

- **Descamación/oquedades.** Las causas pueden deberse a efectos de ritmos de humectación/desecación, proceso que da lugar a la formación de cristales de yeso, a veces acompañado de oxalatos de calcio, que producen presión sobre la capa superficial de la roca provocando el “estallido” en forma de láminas/placas de la misma. También el desarrollo de orificios (del orden del mm) observados en varios mármoles a veces asociados con aureolas amarillentas. Estas patologías son observadas especialmente en los mármoles que constituyen las esculturas de Luis M. Campos y Rufina de Cambaceres.
- **Manchas:** De diversos colores como amarillento/rojo por la presencia de óxidos e hidróxidos de hierro o acción biológica. Las de color verdoso (o azulado) suelen aparecer por la oxidación de elementos decorativos de bronce que posea el monumento.
- **Pátinas orgánicas o biofilm.** Los organismos que suelen encontrarse en muchos de los monumentos compuestos por líquenes, hongos y musgos son los responsables de la retención de humedad favoreciendo la colonización y produciendo a su vez ácido que ataca al sustrato, provocando degradación tanto física como química. Los excrementos de las aves que producen ácido nítrico y fosfórico también son responsables de contribuir al deterioro de la roca.
- **Restauraciones deficientes.** Arreglos donde se ha empleado el cemento gris en mármol (Nicolás Avellaneda) quedando como parches que alteran la estética de la obra.
- **Eflorescencias:** En condiciones ambientales, la humedad y temperatura son los factores que controlan los procesos de disolución y precipitación que generan los depósitos de sales, cristalizadas en la superficie, oquedades, microfisuras y contactos intergranulares. La naturaleza composicional de las sales puede vincularse a la solubilización de elementos contenidos en la roca o poseer una composición diferente debido a la interacción de la fase fluida y los componentes atmosféricos (Díaz Vera y Coavoy Ferro, 2006). Mediante EDAX se determinó la presencia de calcita, yeso y anhidrita en diferentes obras analizadas.

A diferencia de los anteriores, las rocas ígneas empleadas en las ejecuciones de los distintos monumentos, clasificadas como granito, gabro y cuarzdiorita, en general presentan escasas patologías asociadas por estar formadas por minerales más resistentes a los agentes agresivos.

- **Microfisuración.** Se observa en los cortes delgados realizados de las litologías ígneas microfisuras intragranulares producto de la alteración incipiente de los feldspatos y minerales ferromagnesianos.
- **Pátinas oscurecidas** por polvo, partículas y concentración de compuestos orgánicos.
- **Cambio cromático:** La alteración de los minerales primarios presentes en las rocas en condiciones de intemperismo, genera fases minerales de neoformación estables a las nuevas condiciones que provocan una modificación cromática distintiva en las áreas afectadas. Por ejemplo, en las plagioclasas parcialmente afectadas por el proceso de hidrólisis, los argilominerales que la reemplazan le imparten una coloración más blanquecina.

Se debe señalar que entre las rocas plutónicas de los monumentos correspondientes a Olivera de Pignetto, Nicolás

Avellaneda, Carlos Brandsen y Luis M. Campos todos ellos situados en áreas perimetrales cercanos a la pared del cementerio mostraron en análisis por EDAX, presencia de elementos metálicos como Pb, Ti, Zn, Fe y eventualmente Cu, Sr y Zr. La presencia y abundancia de los elementos metálicos determinados sugiere que la fuente proviene de los gases generados por el tránsito automotor, el cual es muy intenso en inmediaciones del cementerio. No debe dejar de mencionarse, la contribución aportada por la numerosa cantidad de incineradores de los edificios circundantes, que si bien sólo funcionaron hasta la década del 70 no es extraño encontrar partículas y elementos químicos mencionados, ya que recién aproximadamente en los últimos diez años se lleva cabo la intervención en los monumentos funerarios como tareas de limpieza y mantenimiento.

En el monumento a José C. Paz, ubicado en la zona central del cementerio, no fueron detectados elementos metálicos.

No se hace mención de las obras pertenecientes a Virgilio Tedín y Father Fahy porque a la fecha no se efectuaron estudios por EDAX.

## CONCLUSIONES

Mediante las interpretaciones de los diferentes análisis realizados se puede concluir sobre la relación directa que existe entre la vulnerabilidad al intemperismo y la petrografía. Este hecho es evidente en los diferentes grupos escultóricos realizados en mármol y caliza quienes muestran un mayor deterioro que las rocas de origen ígneo, considerando que han sido sometidos a iguales condiciones de exigencia a los factores ambientales.

Las rocas de composición carbonáticas experimentan solubilización de alguna proporción de su composición hecho que genera una mayor superficie de poros a la acción de la lluvia. Este proceso no se produce en las rocas ígneas.

Los minerales ferromagnesianos presentes pueden experimentar, tal como sucede con algunos tipos de biotitas, oxidación por sustitución del  $Al^{3+}$  por  $Fe^{3+}$ .

La acción de organismos sobre las rocas especialmente carbonáticas, pueden llegar a producir un deterioro superficial, al generarse un incremento en la superficie de poros, hecho que da lugar al acceso de agua.

En el estudio de la durabilidad de las rocas y en el desarrollo de patologías también influye la técnica escultórica aplicada por el autor en los diferentes monumentos. En aquellas obras donde la terminación es de una superficie pulida resisten mejor la acción de los agentes atmosféricos que aquellas donde el trabajo superficial ha sido realizado con tallado o texturado con alguna herramienta.

Otro aspecto que se debe tener en cuenta con relación a la aparición de patologías, se refiere a elección de los bloques originalmente seleccionados por el escultor, que no ha sido en función de sus características de calidad y ha primado la estética (color u aspecto). Es por ello que se evidencian casos de esculturas con aparición de oquedades e incluso fisuras cuando se trata de mármoles con vetas comparativamente a los más homogéneos (ejemplo Luis M. Campos).

El intemperismo que se produce en el cementerio de la Recoleta, corresponde al ambiente urbano evidente en la formación de eflorescencias salinas (mostradas en el monumento a Luis M. Campos) en cuya composición interviene el azufre con formación de yeso; y en la aparición de elementos metálicos propios de la contaminación ambiental.

## TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

CRESPO, M. Y PONCE, M.B., 2002.

Incidencia del deterioro de las costras negras en monumentos pétreos del cementerio de la Recoleta.  
*VI Congreso Internacional de Rehabilitación del Patrimonio, Ayolas, Paraguay.*

DÍAZ VERA, T. DE J.Y COAVOY FERRO, D., 2006.

Estudio de los efectos contaminantes atmosféricos en los monumentos líticos y patrimonio cultural pictórico de la ciudad de Cusco.

*Informe final, nov. 2006*

GUIAMET, P.; CRESPO, M.; LAVIN, P.; PONCE, M. B.; GAYLARDE, C., 2011.

Biodeterioration of Funeral Sculptures in Recoleta Cemetery, Buenos Aires, Argentina.

*Pre and Post Intervention Studies. XV International Symposium Of Biodeterioration and Biodegradation, IBBS. Sept., Viena, Austria.*

PONCE, M.B., 2010.

Alteraciones superficiales desarrolladas en rocas de ambientes urbanos y naturales.

*Revista de la Asociación Geológica Argentina, Vol. 6 (4): 529-534, Buenos Aires.*

PONCE, M.B; DÍAZ NAVARRO, J.; AYA PORTOCARRERO, M.A.; CRESPO, M., 2011.

Efectos diacrónicos en la lectura integral de tres monumentos históricos nacionales del cementerio de la Recoleta, Buenos Aires, Argentina.

*2° Cong. Iberoam. y X Jorn. Técnicas de Restauración y Conservación del Patrimonio. COBREICOPA, La Plata, Buenos Aires.*

<http://www.stoneddevelopments.ie/contracting/materials/irish-blue-limestone/chiselled-finish.php>