



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ARTES PLÁSTICAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO EN ARTES VISUALES
ANTIGUA ACADEMIA DE SAN CARLOS

**“ESCULTURA FILIFORME EN FERROCEMENTO
Y CONCRETO REFORZADO.
PROPUESTA PERSONAL”**

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN ARTES VISUALES CON ORIENTACIÓN EN ESCULTURA

PRESENTA

ING. ROGELIO ENRIQUE FERNÁNDEZ ZORRILLA

DIRECTOR DE TESIS

MTRO. PABLO ESTEVEZ KUBLI

CIUDAD DE MÉXICO, OCTUBRE, MMX





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN.	3
CAPÍTULO I	
CONTEXTO HISTÓRICO DEL FERROCEMENTO Y EL CONCRETO REFORZADO EN LA ESCULTURA DEL SIGLO XX.	8
1.- Breve repaso histórico del origen del ferrocemento y el concreto reforzado.	
2.- Definición y técnica del ferrocemento y del concreto reforzado.	
3.- Breve repaso histórico del uso del ferrocemento y del concreto reforzado en la escultura del siglo XX.	
CAPÍTULO II	
CONTEXTO HISTÓRICO DE LA ESCULTURA FILIFORME Y PARAMETROS DE ESTA PROPUESTA.	80
1.- Breve repaso histórico de la escultura filiforme del siglo XX.	
2.- Técnica de elaboración de esculturas filiformes en ferrocemento y concreto reforzado en esta propuesta.	
CAPÍTULO III	
“LA LÍNEA INFINITA EN LOS CINCO ELEMENTOS”	115
Serie de cinco esculturas filiformes en ferrocemento y concreto reforzado como propuesta personal.	
1.- Presentación de la serie	
2.- Análisis formal de la serie.	
3.- Análisis evocativo de la serie.	
4.- Las esculturas de la serie “La línea infinita en los cinco elementos”	
CONCLUSIONES	148
BIBLIOGRAFIA	152
Índice de láminas.	163
Índice de Tablas.	178

DEDICATORIA

A mis padres

y

a mis hijos.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación relaciona más de un propósito, pues no se ha pretendido limitar al hecho aislado del cumplimiento de una obligación con la Universidad tras la culminación de los créditos y el ejercicio de aprendizaje teórico y práctico que enmarca la meta de la escritura de esta tesis, y tampoco se ha querido limitar al hecho mismo de la escritura como un compromiso personal tras haber recibido la oportunidad dada por la Universidad para buscar la obtención de un grado, ya que aun cuando ambas razones bien pudieran respetarse y reconocerse como válidas y posiblemente normales, bastantes o suficientes, en realidad al dirigir su consumación, el autor ha descubierto a lo largo de la estancia en la Academia de San Carlos tanto en el papel de estudiante como en el papel de realizar el ejercicio de investigación para culminar con la presente escritura, que también este trabajo ha dado la oportunidad de tocar y descubrir caminos paralelos al objeto de investigación abordado, y también la relación con áreas del conocimiento humano, no sólo en la parte artística, sino en la parte tecnológica, histórica e inclusive legendaria que siempre es posible encontrar cuando se busca tocar el origen de algo, cuando se toma ese papel de “Marco Polo” explorador cuando se camina solo a través de la búsqueda de la verdad en un campo, y finalmente se alcanza tal parte del camino que como si fuera cubierta de neblina paralizante, la ilación de pistas y la certeza de los juicios que se emiten inician una disipación de casi la totalidad de las dudas que en un principio se habían levantado como ejército defensor de aquellas tierras desconocidas e inhóspitas, por lo que al encontrar esa iluminación que aclara el camino, al encontrar ese “tesoro enterrado” y haberlo desenterrado, al notar su brillo y fulgor, se puede reconocer en este trabajo que el lector será testigo de que conlleva una parte cálida, una parte humana y común a cualquier ejercicio de conquista, de victoria, de lucha y de sacrificio.

La investigación que se aborda además de lo comentado, y para aterrizar en la materia, tiene un sentido central que consiste en la presentación de una serie de cinco esculturas realizadas por el autor como una propuesta personal, cada escultura de la serie está realizada a base de ferrocemento y/o de concreto reforzado, materiales pesados de suyo, por lo que en realidad son asociados a funciones estructurales sobretodo en ingeniería civil o arquitectura, pero que en esta propuesta así como en otras que se mostrarán de otros autores, la función tiene metas artísticas.

Otra particularidad de las cinco esculturas de la serie, es la búsqueda de valor artístico al darles forma “filiforme”, de filamento, ligera, en contraste con la naturaleza del material del que están elaboradas, el cual es pesado, y además de ello, razón que le da el nombre a la serie, titulada “La Línea Infinita en los Cinco Elementos”, es que ninguna de las obras establece un inicio o un final en su longitud, por lo que también se ha deseado que su forma fuera asociada al concepto “infinito”, y bien para cerrar la explicación, al nombrar “ los Cinco Elementos”, hay que decir que esto último, se trata de la motivación sensible, del fundamento emocional o subjetivo, es como la causa o la meta, el inicio o el fin, es como el anzuelo del que se arrastra todo lo que la punta ha clavado, es como la quilla del barco, en otras palabras, “Los Cinco Elementos”, son el alma de este trabajo.

Los Cinco Elementos a los que se hace referencia corresponden a la Tierra, al Agua, al Aire, al Fuego y al Éter, los primeros cuatro, son los que siempre se ha comprendido fueron enunciados por Empédocles de Agrigento, y el Éter sin embargo, aun cuando corresponde a la quinta esencia aristotélica, también Empédocles lo ha referido como se mostrará en el desarrollo del presente trabajo, ya que en torno de estos cinco elementos, el autor tomó la decisión de ligar el estudio de los mismos, a los resultados que el investigador Peter Kingsley (Londres, 1953) menciona en su obra “Filosofía antigua, misterios y magia, Empédocles y la tradición pitagórica”, ya que ahí finalmente el mismo Kingsley termina por mencionar cinco elementos bien diferenciados y no cuatro como normalmente se refería la teoría de Empédocles de los elementos, esto es:

Tierra, Agua, Fuego, y... “Niebla y vapor: es eso precisamente Aer”,¹ y... “...Aither es el cielo y la parte exterior del universo, pero también es el aire que llega justo hasta la superficie de la tierra... El aire que nos rodea, el aire que respiramos, eso es precisamente aither”.²

Es por ello que al remontar hasta el pasado en la búsqueda de la explicación de la vida y de lo que nos rodea, a través de Kingsley, se toca esa fuente de inquietud que sentó las bases y los cimientos de pensadores posteriores a partir de Empédocles y a partir de esa inercia en la búsqueda por conquistar el conocimiento y la verdad, y dedicar en honor a Empédocles de Agrigento y a los pensadores que le sucedieron, en

¹ Kingsley P., *Filosofía antigua, misterios y magia, Empédocles y la tradición pitagórica*, Ediciones Atalanta, S.L., Girona, 2008, p.59.

² Ibid. p. 59.

profundo e inspirado agradecimiento, el nombre que lleva cada una de las esculturas de la serie que se presenta en esta propuesta de trabajo.

Se pretende demostrar, una vez presentados los alcances del presente trabajo, que la escultura es absolutamente capaz de comunicar la intención que les dio forma, el sentir del autor, valiéndose de la forma como puente de comunicación entre el autor y el espectador.

Y que si bien no es fácil y quizás incluso pueda ser imposible descifrar del todo los referentes que el autor ha tenido como motivos para su realización, al menos se ha deseado con este trabajo, intentar descubrir hasta qué punto el hecho de que se sientan tantas cosas por una obra, pueda convertir esto en una causa por la que la pieza adquirirá valor artístico aun cuando el lenguaje del arte sea decodificado subjetivamente al interior de cada espectador.

El área inconfundible de esta investigación es la escultura, pues es el lenguaje de expresión artística o de expresión plástica que desde muy temprana edad el autor eligió, y es por ello, que aunque pudiera parecer de pronto una investigación técnica por lo que respecta al primer capítulo, o histórica por el también primero y segundo capítulos, la investigación tiene un carácter y un sentido absolutamente artístico en torno a la escultura, de hecho, dada la evolución del ferrocemento y del concreto reforzado en su desarrollo tecnológico, al ser la materia prima de la que están elaboradas las esculturas de esta propuesta, es indudable el hecho de que si no se mencionara algo de lo que se menciona en el primer capítulo, parecería incompleto el trabajo por otra parte.

En el primer capítulo además de abordar la definición y técnica del ferrocemento y del concreto reforzado, las cuales son fundamentales para comprender como es que se aplican con fines plásticos, también se realizan dos breves repasos, uno es para conocer la historia del origen de ambas técnicas y materiales en un repaso desde los orígenes del acero y del cemento separadamente para que el lector tenga una referencia clara de la evolución y desarrollo que estos materiales fueron teniendo conforme el paso de la historia para finalmente ser utilizados conjuntamente duplicando sus beneficios al usarse integrados y como es que inicialmente sus aplicaciones encontraron amplio desempeño en el área de la ingeniería civil y de la arquitectura, sirva de paso recordar que en esta antigua Academia de San Carlos en sus primeros años de existencia, se reconocían tres artes, la Arquitectura, la Escultura y la Pintura, por lo que al verificar la asociación de la arquitectura con la escultura como artes, ya entonces no es tan alejado para la comprensión del potencial artístico que pueden tener tanto el ferrocemento como

el concreto reforzado, continuando con lo mencionado, también se incluye en el primer capítulo otro repaso sobre el uso del ferrocemento y del concreto reforzado en la escultura del siglo XX, en él se pueden conocer muy precisamente cuales han sido las principales aplicaciones que han tenido los materiales mencionados con fines plásticos y artísticos en la realización de esculturas monumentales impresionantes y portentosas, hasta inclusive piezas jardineras o para interiores. Hay que aclarar que por ser un repaso, no se mencionan tantas obras de tantos autores que a lo largo de la investigación fueron encontrados, pero la intención ha sido la de mencionar a los más destacados por una parte, y también a las obras más representativas, las cuales dan ejemplo no sólo de lo que se puede realizar con esos materiales, sino de lo que ya se realizó, inclusive hace ya más de cien años.

En ese repaso histórico del uso del ferrocemento y del concreto reforzado en la escultura del siglo XX, se inicia con la presentación de una obra para el autor fascinante, “The Fountain of Time” de Lorado Taft, escultor norteamericano, en la que el autor representa a la humanidad en su paso por el tiempo y finalmente termina su recorrido al hallar al final del mismo a la ineludible muerte, erigiéndose el tiempo como el único e invulnerable vencedor.

En el segundo capítulo, se realiza un breve repaso de la escultura filiforme del siglo XX, por ser ésta la forma de las esculturas de ferrocemento y de concreto reforzado dadas a las mismas, en este repaso se efectúa un recorrido mostrando las muy diferentes formas como los diferentes autores del siglo XX han utilizado el concepto “filiforme” en la realización de sus obras, con la finalidad de que el lector tenga en sus manos una colección variada pero lo más completa posible para lo que abarca un repaso de la incursión recurrente que se ha tenido en la escultura por lo que a lo filiforme se refiere, y que así se pueda tener una referencia directa de comparación y relación con las cinco esculturas de la serie aquí presentada.

Igualmente en el segundo capítulo se presenta la técnica de elaboración de esculturas filiformes en ferrocemento y concreto reforzado que se empleó para realizar las esculturas de la serie que al final se presenta, cabe mencionar que al desarrollar este capítulo, se están reconociendo las aportaciones y dando el crédito correspondiente a la patente obtenida por Joseph Louis Lambot en Francia en 1852.

Por su parte el tercer y último capítulo es en donde finalmente se presenta ampliamente cada una de las cinco esculturas de la serie “La Línea Infinita en los Cinco Elementos”, ya que además de mostrar las imágenes y la descripción de cada una,

además se desarrolla el significado profundo de su relación con los descubrimientos de Diels a través de Kingsley, y particularmente el análisis en torno al valor artístico de la serie escultórica.

Se puede considerar que al mostrar este trabajo, podrán obtener beneficio de él, no sólo quienes estén interesados en realizar esculturas utilizando el ferrocemento o el concreto reforzado como materia prima para desarrollar su obra, ya que por su parte técnica en el segundo capítulo este trabajo rebasa lo que limitaría un manual de aplicación de ferrocemento y concreto reforzado, sino además, este trabajo será una útil referencia para investigadores interesados en la historia de la escultura, por lo que a las aportaciones de esculturas realizadas en ferrocemento y concreto reforzado, así como esculturas filiformes se refiere, igualmente para ingenieros o arquitectos que deseen conocer aspectos tanto técnicos y tecnológicos de los materiales como históricos en relación al ferrocemento y al concreto reforzado, y además también, de este trabajo se beneficiarán quienes estén interesados en la discusión histórica en relación a la teoría de los elementos y los enunciados de Empédocles de Agrigento y la tradición pitagórica.

Con lo dicho hasta este momento, el presente trabajo, cubre ampliamente dos cosas, una consiste en el planteamiento técnico para lograr la elaboración de esculturas filiformes en ferrocemento y concreto reforzado, y la otra, la investigación de su valor artístico.

Es un hecho que para llegar al desarrollo de la técnica, el autor se ha apoyado en los conocimientos que otros autores o productores han aportado al campo del uso del ferrocemento y el concreto reforzado, así como en la propia experiencia al usar estos materiales en la producción plástica.

Se ha querido además clarificar lo más posible, los conceptos sobre todo de cemento, y de concreto y diferenciar claramente entre las técnicas de ferrocemento y de concreto reforzado, para que el lector al final reconozca sin confusión entre técnicas y materiales.

Y finalmente después de todo, lo más importante, ha sido presentar al lector, y para su juicio, la imagen de las cinco esculturas de la propuesta, “Terra”, “Aqua”, “Aer”, “Ignis”, y “Aither”.

CAPÍTULO I

CONTEXTO HISTÓRICO DEL FERROCEMENTO Y EL CONCRETO REFORZADO EN LA ESCULTURA DEL SIGLO XX.

1.- Breve repaso histórico del origen del ferrocemento y del concreto reforzado.

Para abordar apropiadamente la historia y origen en primer lugar del ferrocemento, hay que mencionar el estrecho parentesco que guarda el ferrocemento con el concreto reforzado, (conocido también como concreto armado y particularmente en España como hormigón armado), además hay que decir también, que ambos materiales ó técnicas, se realizan a base de la utilización de componentes elaborados de acero y mortero de cemento, y sin que la intención del presente apartado sea una exploración a fondo del origen del uso del acero aisladamente antes de ser utilizado conjuntamente con el concreto, si es importante iniciar con los antecedentes del uso del acero por el hombre, ya que eso permitirá abordar lo propio en relación al concreto para finalmente comprender las ventajas que tuvo en la historia la utilización conjunta de acero y concreto para las técnicas antes mencionadas como objeto de análisis del presente trabajo.

“El acero se define como una combinación de hierro y pequeñas cantidades de carbono, generalmente menos del 1%. También contiene pequeños porcentajes de algunos otros elementos. Aunque se ha fabricado acero desde hace 2000 o 3000 años, no existió un método de producción económico sino hasta la mitad del siglo XIX”.³

Por tanto, el acero es esencialmente una aleación del hierro del cual existen a la fecha, múltiples variaciones,

“La composición química del acero es de suma importancia en sus efectos sobre sus propiedades tales como la soldabilidad, la resistencia a la corrosión, la resistencia a la fractura, etc. La ASTM (American Society for Testing and Materials), especifica los porcentajes exactos máximos de carbono, manganeso, silicio, etcétera, que se permiten en los aceros estructurales”.⁴

³ McCormac, J.C., *Diseño de estructuras de acero*, México, Alfaomega, 2005, p.5.

⁴ *Ibid.* p.18.

Esto refleja sin duda el alto grado que se ha conquistado en la actualidad respecto a la tecnología del acero, y permite comprender la importancia a través de las diferentes aleaciones, que ha tenido el hierro desde sus primeras utilizaciones por el hombre.

“El hierro o fierro es el elemento número 26 de la Tabla periódica de los Elementos,”⁵ y “es un metal alotrópico, lo cual significa que puede existir en más de un tipo de estructura reticular, dependiendo de la temperatura”,⁶ por lo que el tratamiento térmico que se le dé, determinará en mucho sus propiedades mecánicas, la definición de tratamiento térmico para metales dada en el Metals Hand-book es:

“Una combinación de operaciones de calentamiento y enfriamiento, de tiempos determinados y aplicados a un metal o aleación en el estado sólido en una forma tal que producirá propiedades deseadas”.⁷

Esto es importante puntualizarlo, pues con ayuda de esta consideración sobre el tratamiento térmico del acero, es posible comprender la evolución que tuvo como material utilizado por el hombre desde la antigüedad para diferentes fines, hasta que es comúnmente usado en esta época en ambas técnicas con aplicaciones estructurales.

Retomando la historia del hierro-acero, se conoce que

“Los arqueólogos encontraron una daga y un brazalete de hierro en la gran pirámide de Egipto y afirman que la edad de éstos era por lo menos de 5000 años”.⁸

Este antecedente histórico muestra si no la primera, al menos si seguramente una de las primeras utilizaciones del hierro como material “funcional” por el hombre, y de ahí la continuidad de la experimentación, cuyos resultados generarían una cadena de descubrimientos y métodos para trabajarlo y destinarlo a cubrir diversas necesidades prácticas en función de las propiedades que poco a poco fueron siendo descubiertas.

“Desde el principio de la edad de hierro, alrededor del año 1000^a.C., el progreso de la civilización en la paz y en la guerra ha dependido mucho de lo que el hombre ha sido capaz de hacer con el hierro”⁹

“Durante la batalla de Maratón en Grecia, en el año 490 a.C., los atenienses, en inferioridad numérica, mataron 6400 persas y perdieron sólo 192 de sus propios soldados. Cada uno de los soldados victoriosos llevaba 57 libras de armadura de hierro durante la batalla. (Fue en esta batalla en la que Feidípides corrió aproximadamente 40 km

⁵ Avner S.H., *Introducción a la metalurgia física*, México, McGraw-Hill, 1988, p.83.

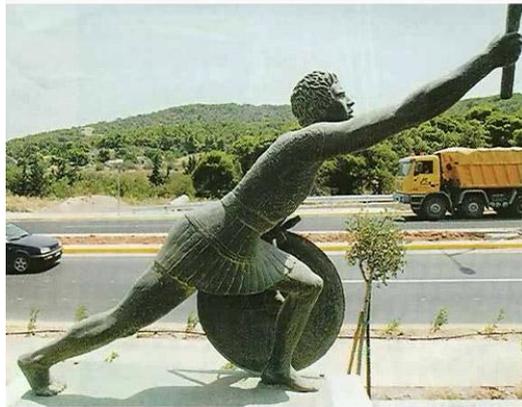
⁶ Ibid. p. 229.

⁷ American Society for Metals, “*Metals Hand-book*”, Metals Park, Ohio, 1948, citado por Avner S.H., *Introducción a la metalurgia física*, México, McGraw-Hill, 1988, p.252.

⁸ McCormac, J.C., op.cit. p.5.

⁹ Ibid.

hasta Atenas, muriendo al llegar después de anunciar la victoria). Esta batalla supuestamente salvó a la civilización griega durante muchos años”.¹⁰



**Lámina 1. Escultura de Feidípides
(3mts., 2004, bronce, Carretera Atenas- Marathón).**

Aun cuando pudieran parecer muy alejadas y distantes para los intereses de este breve repaso histórico las citas anteriores, el autor ha querido sin embargo incluirlas para subrayar la importancia que ante los episodios bélicos cobró el hierro, lo cual motivó desde entonces el interés por estudiarlo y utilizarlo en tantas otras aplicaciones, entre ellas ésta, la de su uso como componente fundamental transformado en acero, en las técnicas del ferrocemento y el concreto reforzado que nos ocupan en el presente capítulo.

La misma actitud de búsqueda de soluciones no sólo a problemas de naturaleza bélica, sino a cualesquier otro género de problemas prácticos o cotidianos aprovechando la naturaleza del acero-hierro, se generalizó, sobre todo a partir del éxito y difusión que tuvo en eventos bélicos como el citado, y llevó a la experimentación con el material a encontrar la manera de obtener no sólo formas tubulares, planas o filosas y dentadas, sino también a producir alambres, y por lo tanto anillos, que entrelazados dieron origen a las primeras formas de mallas que existieron, y desde entonces, hasta llegar al primer proceso para producir acero en grandes cantidades,

“se le dio el nombre de Sir Henry Bessemer de Inglaterra. Recibió una patente inglesa para su proceso en 1855, pero sus esfuerzos para conseguir una patente en Estados Unidos en 1856 no tuvieron éxito, ya que se aprobó que William Kelly de Eddyville, Kentucky, había producido acero mediante el mismo proceso siete años

¹⁰ Ibid. p. 5.

antes de que Bessemer solicitara su patente inglesa. Kelly recibió la patente, pero se usó el nombre de Bessemer para el proceso”.¹¹

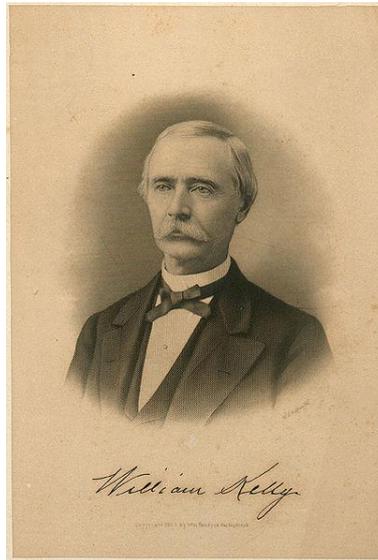


Lámina 2. William Kelly (Pittsburgh, 1811-1888).



Lámina 3. Sir Henry Bessemer (Hertfordshire, 1813-1898).

Hasta este punto, sin duda ya se tiene una identificación clara, a la luz de la investigación en este caso simultánea en dos lugares del mundo respecto al acero y a su producción, por lo que surge a partir de este tiempo, una aceptación y demanda cada vez mayor del acero para múltiples aplicaciones.

“El primer uso del metal para una estructura tuvo considerable lugar en Shropshire, Inglaterra (225 km al noreste de Londres) en 1799, ahí fue construido con hierro fundido el puente Coalbrookdale en forma de arco de 100 pies de claro sobre el río

¹¹ American Iron and Steel Institute, *Steel '76*, Washington, D.C., 1976, citado por McCormac, J.C., *Diseño de estructuras de acero*, México, Alfaomega, 2005, p.5-6.

Severn. Se dice que este puente (aún en pie) fue un punto crítico en la historia de la ingeniería porque cambió el curso de la Revolución Industrial al introducir al hierro como material estructural. Supuestamente este hierro era cuatro veces más fuerte que la piedra y treinta veces más que la madera”.¹²



**Lámina 4. Puente Coalbrookdale
(43mts. Largo, 1799, hierro colado, Shropshire).**

Esta última afirmación, conlleva implícito el hecho de que detrás del desarrollo de la industria del acero, existe ya un respaldo experimental que estudia la calidad, propiedades y características del mismo, lo cual arrojará mayor información que a su vez derivará en mayores aplicaciones y aprovechamiento del material a partir de esta experiencia.

“Los primeros perfiles estructurales hechos en Estados Unidos, en 1819, fueron ángulos de hierro laminados. Las vigas I de acero se laminaron por primera vez en ese país en 1884 y la primera estructura reticular (el edificio de la Home Insurance Company de Chicago) fue montada ese mismo año. El crédito por inventar el rascacielos se le otorga generalmente al ingeniero William LeBaron Jenney que ideó esta estructura, aparentemente durante una huelga de albañiles”.¹³

¹² M.H. Sawyer, “World’s First Iron Bridge”, *Civil Engineering*, Nueva York, ASCE, diciembre 1979, citado por McCormac, *Diseño de estructuras de acero*, México, Alfaomega, 2005, p.6.

¹³ McCormac, J.C., op.cit., p.7.



Lámina 5. Edificio de la Home Insurance Company de Chicago (54.9mts., Construido en 1885, Demolido en 1931, acero estructural, Chicago).

“Un aspecto importante de la torre Eiffel, de 985 pies de altura y construida con hierro forjado en 1889, fue el uso de elevadores para pasajeros operados mecánicamente. La disponibilidad de estas máquinas junto con la idea de Jenny relativa a la estructuración reticulada, condujo a la construcción de miles de edificios altos en todo el mundo en los siguientes 100 años”.¹⁴

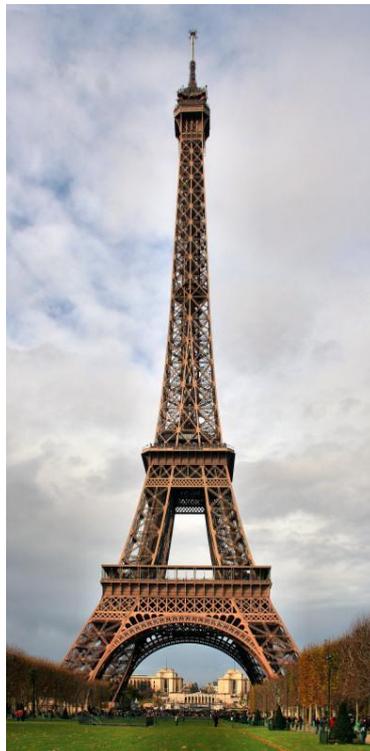


Lámina 6. La Torre Eiffel (324mts., 1889, hierro pudelado, París).

¹⁴ Ibid. p. 7.

Esta cita muestra la culminación de la conquista del acero como material seguro para estructurar, para armar, para reforzar, y permite comprender la producción y transformación del acero en múltiples formas que actualmente hacen posible la solución sobretodo de problemas mecánicos a través de presentaciones diversas como perfiles estructurales, barras, alambres y mallas, siendo sobretodo las barras, los alambres y las mallas, los elementos que más atañen a la técnica del ferrocemento y concreto reforzados.

Pasando ahora al concreto como el segundo componente, tanto del concreto reforzado como del ferrocemento, hay que definir que “el concreto es una mezcla de arena, grava, roca triturada u otros agregados unidos en una masa rocosa por medio de una pasta de cemento y agua”.¹⁵

Cabe mencionar que el cemento utilizado para elaborar las piezas de esta propuesta fue cemento portland tipo I, conforme a la especificación estándar ASTM C 150 internacional y la mexicana N-CMT-2-02-001/02, sin embargo, para llegar a este producto con toda la optimización de propiedades como se conoce actualmente, el ser humano tuvo que recorrer un largo camino a lo largo de la historia, buscando y experimentando con múltiples materiales y procedimientos, que a grandes rasgos se citan a continuación en breve repaso.

“3000 años Antes de Cristo, los egipcios utilizaron barro mezclado con paja para unir ladrillos. Ellos utilizaron morteros de yeso y cal en las pirámides”.¹⁶ De igual manera en diferentes culturas como la china o las culturas mesoamericanas, se utilizó un mortero o estuco para unir igualmente piedras en edificaciones.

Siglos más tarde,

“Los romanos utilizaron una especie de cemento, llamado puzzolana, antes del nacimiento de Cristo. Encontraron grandes depósitos de ceniza volcánica arenosa cerca del Vesubio y en otros lugares de Italia. Cuando mezclaron este material con cal viva y agua, además de arena y grava, dejando endurecer la mezcla, se produjo una substancia rocosa que utilizaron en la construcción. Se podría pensar que resultaría una especie de concreto relativamente pobre, en comparación con las normas actuales, pero algunas estructuras de concreto romanas siguen en pie hoy día. Un

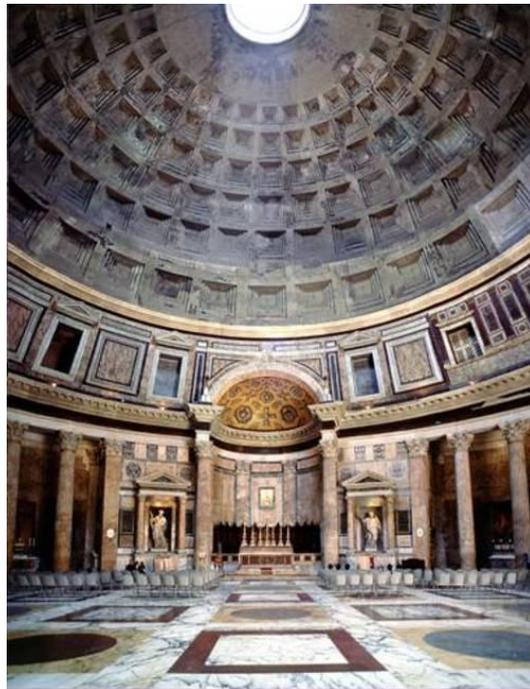
¹⁵ McCormac, J.C., *Diseño de Concreto Reforzado*, México, Alfaomega, 2005, p.1.

¹⁶ *Concrete a material for the new stone age* a mast module Materials Science and Technology, USA, 1995, p. 1. “3000 B.C. Egyptians used mud mixed with straw to bind bricks. They used gypsum and lime mortars in the pyramids”.

ejemplo notable es el Pantheon, que se encuentra en Roma y fue terminado en el año 126 de nuestra era”.¹⁷



Lámina 7. El Vesubio.



**Lámina 8. El Pantheon
(43.4 X 43.4mts., 126 D.C., mortero a base de cemento romano, Roma).**

A propósito de esta cita, se transcribe parte de un artículo sobre el Pantheon publicado en la revista “Construcción y Tecnología” del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto:

“La pieza clave de la arquitectura e ingeniería del imperio romano el ícono dentro del mundo del concreto es el Pantheon, ordenado construir por Agripa y reconstruido en tiempos de Adriano.... Conviene destacar la cúpula semiesférica dispuesta sobre un tambor circular. El diámetro de ésta es de 43.44 metros lo que la hace la

¹⁷ McCormac, J.C.op.cit., p.4.

más grande que se ha hecho en la historia.... Para la construcción de este ícono fueron forrados los fosos de cimentación con madera y rellenos con cemento de puzolana –realizado moliendo cal y un producto de origen volcánico traído de Pozzouli. Sobre este tipo de trabajo con el cemento, Vitrubio señala en su Tratado de arquitectura que a la cal mojada, mezclada con ceniza volcánica en una caja del mortero, se le agregaba poca agua para lograr una composición casi seca. Esta mezcla era llevada en cestas y vertida sobre una capa de rocas; luego se apisonaba el mortero en piedra caliza. Este apisonamiento empaquetaba el mortero, reduciendo la necesidad de exceso del agua, pero al mismo tiempo, beneficiaba la adherencia de la mezcla”.¹⁸

Esto clarifica además de la diferencia entre concreto y cemento, que la función del cemento es la de actuar como un adhesivo que posteriormente se seca habiendo sido mezclado con otros elementos llamados “agregados”, y agua, conformarán una “substancia rocosa” tal como la cita anterior refiere, a la que conoceremos como concreto cuyo sinónimo también empleado en algunos casos es el de mortero y que precisamente desde esa época, cumplió con esa intención, sin embargo

“El arte de hacer concreto puzolánico se perdió durante la Edad Media y fue resucitado hasta los siglos XVIII y XIX. En Inglaterra se descubrió en 1796 un depósito de piedra de cemento natural que fue vendida como “cemento romano”. Se descubrieron otros depósitos de cemento natural tanto en Europa como en América, que fueron explotados durante varias décadas”.¹⁹

Durante el período que se conoce como la “revolución industrial”, el cemento no se habría de escapar al interés por lograr facilitar su producción como lo fue el caso del acero anteriormente referido, recurrentemente se ha tomado como un hecho inicial en la historia del cemento lo que se lee en la siguiente cita: ...

“En 1824, Joseph Aspdin, un constructor inglés, después de largos y laboriosos experimentos obtuvo una patente para un cemento que él llamó “cemento portland”, debido a que su color era muy similar al de la piedra de una cantera en la isla de Portland, en la costa inglesa. Él hizo su cemento con ciertas cantidades de arcilla y piedra caliza que pulverizó y quemó en la estufa de su cocina, moliendo después la escoria resultante para obtener un polvo fino. En los primeros años tras su invención, ese cemento se usó principalmente en estucos”.²⁰

¹⁸ Campos P. A., El Pantheon, Construcción y Tecnología, México, Núm. 248, Enero 2009, p.55.

¹⁹ McCormac, J.C., Op. cit., p.4.

²⁰ Kirby, R.S.y Laurson, P.G., *The Early Years of Modern Civil Engineering* (New Haven: Yale University Press), 1932, citado por McCormac, J.C., *Diseño de Concreto Reforzado*, México, Alfaomega, 2005, p.4.

No obstante, parece imprescindible citar a Simon Wilcox, a través de la revista facilitada por el Instituto mexicano del cemento y el concreto, IMCYC,²¹ donde se refiere que James Frost, obtuvo en 1822, una patente para “Cemento Británico”, (antes que Aspdin), después de haber realizado diversos experimentos, y... ¡Tras haber viajado a Francia para ser asesorado por un ingeniero francés!, Louis Vicat, conocido en Francia por utilizar cemento artificial desde años antes, y por ende, ser auténticamente Él, Vicat, el inventor del proceso para producir el “Cemento artificial”, ya que tal como lo dice Wilcox del propio Vicat: “Pero él no patentó su descubrimiento de cemento artificial. Él mismo (Vicat) en 1845 dijo que él prefería la gloria de ser útil, más no la de hacerse rico”.²² Igualmente Wilcox cuestiona que Aspdin, difícilmente sería capaz de desarrollar la patente por sus propios conocimientos,²³ además también Wilcox, menciona que en 1824, el puente Souillac fue completado a base de piedra artificial desarrollada por Vicat, entre otras numerosas construcciones utilizando la misma piedra artificial.

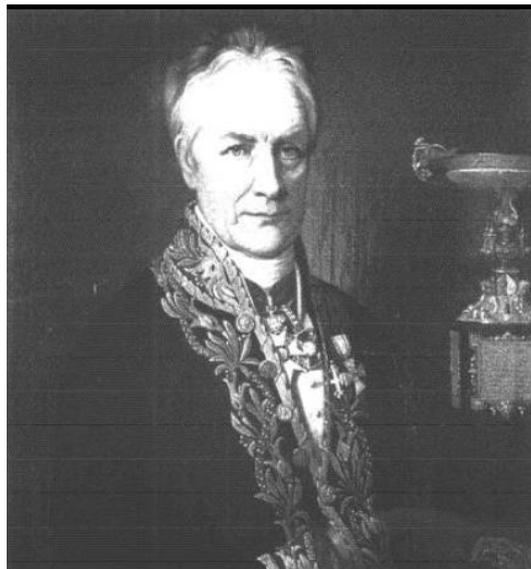


Lámina 9. Louis Vicat (Nevers, 1786-1861).

²¹ Wilcox, S. From the mists of time ... En: International Cement Review (July 1995) pp. 73-75. Facilitado por biblioteca del IMCYC.

²² Wilcox, Op. cit., p.75. “But he did not patent his discovery of artificial cement. It was said of him in 1845: “he prefers the glory of being useful to that of being rich.”

²³ Wilcox, Op. cit., p.73.



**Lámina 10. Pont de Souillac ó Pont Louis Vicat
(180mts. de largo, 1824, piedra artificial, Souillac).**

A partir de la obtención de esta patente sin embargo, el uso del cemento empezó a abrirse paso, por dos vías, una la del “cemento romano” arriba mencionado, y otra, la del proceso Portland,

“Este extraordinario producto fue aceptado poco a poco por la industria de la construcción y fue introducido a Estados Unidos en 1868; el primer cemento Portland fue fabricado en Estados Unidos en la década de 1870”.²⁴

Para , B.K. y Pama, R.P. la historia del Ferrocemento “se remonta hasta 1848, fecha considerada por muchos como la del primer uso del concreto reforzado”,²⁵ lo cual establece un nacimiento simultáneo de ambos materiales, de ambas técnicas, no obstante para Olvera A. quien establece que

“Es el ferrocemento el hermano mayor del Concreto Armado, que vio la luz el año de 1855 cuando el sr. Lambot construyó un bote de este material y fue exhibido en París, como la primera realización de una nueva tecnología que habría de cobrar enorme incremento en los siglos XIX y XX con el nombre de concreto armado”.²⁶

Lo que hace inseparable el parentesco entre ambas técnicas. Sin embargo para Kirby R.S.

“Los primeros usos del concreto reforzado no son bien conocidos. Muchos de los trabajos iniciales fueron hechos por dos franceses, Joseph Lambot y Joseph Monier. Alrededor de 1850, Lambot construyó una embarcación de concreto reforzado con una red de alambres o barras paralelas. Sin embargo, se le acredita a Monier la invención del concreto citado. En 1867 él recibió una patente para la construcción de receptáculos de concreto reforzados con malla de alambre de hierro. Su meta al trabajar con este material era obtener un bajo peso sin tener que sacrificar

²⁴ McCormac, Op. Cit. p.4.

²⁵ Paul, B.K. y Pama, R.P., *Ferrocemento*, México, Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto, A.C., Editorial Limusa, S.A. de C.V., 1984, p.23.

²⁶ Olvera A., *El Ferrocemento y sus Aplicaciones*, México, Alfaomega, 2002, p.7.

resistencia. De 1867 a 1881 Monier recibió patentes para la fabricación de durmientes, losas de piso, arcos, puentes peatonales, edificios y otros elementos de concreto reforzado en Francia y Alemania”.²⁷



Lámina 11. Joseph Monier (Saint-Quentin-la-Poterie, 1823-1906).

En tanto, “Joseph Louis Lambot construyó varios botes de remos, maceteros, asientos y otros artículos con un material que llamó “Feriment” en una patente que obtuvo en 1852”.²⁸

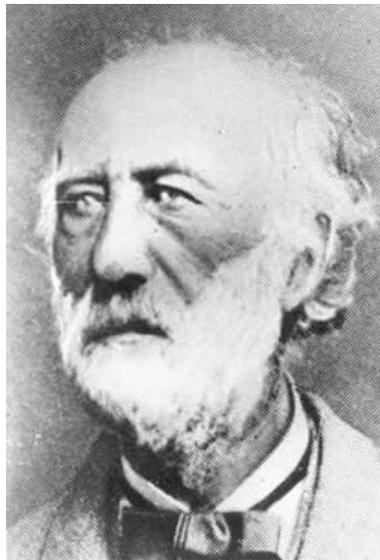


Lámina 12. Joseph Louis Lambot (Montfort sur Arges, 1814-1887).

²⁷ Kirby, R.S. y Laurson, P.G., *The Early Years of Modern Civil Engineering* (New Haven: Yale University Press), 1932, citado por McCormac, J.C., *Diseño de Concreto Reforzado*, México, Alfaomega, 2005, p.4.

²⁸ UNIDO, *Boats from Ferrocement. Utilization of Shipbuilding and Repair Facilities Series N° 1*, Naciones Unidas, Nueva York, 1972, citado por Paul, B.K. y Pama, R.P., *Ferrocemento*, México, Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto, A.C. 1981, p.23.

“La patente dice en parte lo siguiente:

Mi invención es un producto nuevo que puede reemplazar la madera (en pisos, recipientes para agua, maceteros, etc;), la cual está sujeta a daños por el agua y la humedad. La base del nuevo material es una malla metálica de alambre o de varillas interconectadas para formar un emparrillado flexible.

Moldeo esta malla en forma similar al artículo que quiero crear, después utilizo cemento hidráulico o una brea bituminosa o una mezcla para rellenar las juntas”.²⁹

“Los botes de remos de Lambot se encuentran actualmente en el museo de Brignoles, en Francia. Estos barcos se construyeron de 3.66 m le largo y 1.22 m de ancho con espesores delgados de 2.5 a 3.8 cm, reforzados con emparrillado y malla de alambre”.³⁰

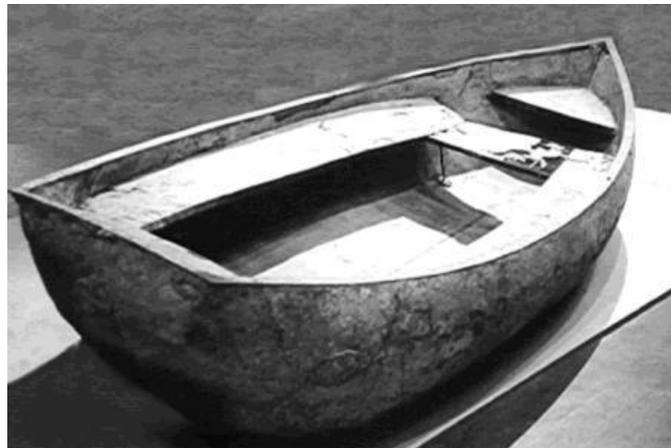


Lámina 13. Bote de Joseph Lambot (3.66 X 1.22mts., 1855, ferrocemento, Paris).

Como puede observarse conforme a las citas anteriores, mientras Kirby R.S. y Olvera A. indican alrededor de 1850 uno y 1855 otro, que Lambot construyó una embarcación de concreto reforzado con una red de alambres o barras paralelas, en UNIDO, queda establecido que Lambot construyó embarcaciones utilizando un material que el mismo llamó “Fericement” con una patente el año 1852, por lo que bien puede establecerse que no es tan fácil separar o desligar de su origen común al ferrocemento del concreto reforzado, ni mucho menos al inicio de la experimentación que sobretodo Lambot y Morier realizaron simplemente al hacer interactuar en un mismo proyecto al acero como refuerzo, ya fuera en forma de barra o alambre o malla, con el del concreto,

²⁹ Paul, B.K. y Pama, R.P., op.cit. p.23.

³⁰ Hurd, M.K., *Ferrocement-Boatbuilding and Beyond, Concrete Construction*, abril de 1977, citado por Paul, B.K. y Pama, R.P., *Ferrocemento*, México, Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto, A.C., Editorial Lumusa S.A. de C.V.,1984, p.23.

así fuera hundida la estructura metálica al interior del mortero, o solamente rellenando las juntas entre los elementos de refuerzo de acero.

“E.L. Ransome, de San Francisco, supuestamente usó concreto reforzado en los primeros años de la década de 1870, y fue el inventor de las barras corrugadas, para las que obtuvo una patente en 1884. Estas barras, que eran cuadradas en su corte transversal, se torcían en frío con una vuelta completa en una longitud de no más de 12 veces el diámetro de la barra”.³¹

Esto último como lo comenta McCormac, con la finalidad de “proporcionar mejor adherencia entre el concreto y el acero”.

A partir de la patente de Lambot, es que la técnica del ferrocemento establece una definición propia y diferenciable de la correspondiente al concreto reforzado, sobre todo después de que Monier obtiene sus propias patentes de elementos realizados con su técnica de concreto reforzado en Francia y Alemania.

Posteriormente, el ferrocemento es utilizado fundamentalmente por constructores de embarcaciones, y es que gracias a esa aplicación en la industria naviera, se establecen empresas fabricantes de embarcaciones con esa técnica, y por lo mismo, la evolución del ferrocemento se acelera por la investigación que los mismos productores de embarcaciones realizaron.

Por esos años precisamente es que llega a México el cemento para elaborar concreto, y para hacer mención de ello, a continuación se cita textualmente el artículo realizado por Cutberto Díaz Gómez, titulado “El Primer Edificio de Concreto Armado de la Ciudad de México, estudio de la estructura”, y difundido por el Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto:

“...entre los abundantes sistemas de refuerzo existentes en aquella época, entonces patentados, destaca el sistema Hennebique, el que hace su aparición en México en 1901, año en que se estableció en la ciudad de México la primera empresa constructora de concreto armado, formada por el contralmirante Angel Ortiz Monasterio, representante de la casa Hennebique, el Ing. Miguel Rebolledo y el Coronel Fernando González. Gracias principalmente al entusiasmo y conocimientos del segundo de ellos, el Ing. Miguel Rebolledo, el concreto armado rápidamente encontró aceptación en nuestro país”.³²

³¹ American Society of Testing and Materials (ASTM), 1911, Proceedings (Vol.XI), citado por McCormac, J.C., *Diseño de Concreto Reforzado*, México, Alfaomega, 2005, p.5.

³² Díaz Gómez, Cutberto. **El primer edificio de concreto armado de la ciudad de México “estudio de la estructura”** .- En: **Revista del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto** , vol. 2, núm. 7 (marzo 1964) p. 19.



Lámina 14. Françoise Hennebique (Neuville-Saint-Vaast, 1842-1921).



Lámina 15. Contralmirante Ángel Ortiz Monasterio (Ciudad de México, 1849-1922).



Lámina 16. Ing. Miguel Rebolledo (Perote, 1868-?).

En el mismo artículo se menciona con precisión cuál fue la primera aplicación del concreto reforzado en nuestro país:

“La primera aplicación en México tuvo lugar en 1902 al construirse el sótano de una pequeña casa comercial situada, hasta hace poco, en la esquina de las calles de Artes y París...”.³³



**Lámina 17. Primera construcción de concreto armado en la república mexicana.
Esquina de artes y París, Ciudad de México.**

A partir de estos años ya del siglo XX, el uso del concreto reforzado y del ferrocemento ha sido muy difundido y aplicado en México al grado que actualmente nuestro país es potencia en la producción de cemento.

“Durante su período inicial de desarrollo, los holandeses también construyeron barcazas de mortero reforzado de 50 a 60 toneladas de capacidad para el transporte de cenizas y desperdicios por los canales”.³⁴

Pero aun así, no es sino hasta que Nervi retoma con mayor apego la patente de Lambot que el ferrocemento se consolida como una técnica con especificaciones más claras y estandarizadas tal como lo ha sido el concreto reforzado.

“A principios de los años cuarenta, un notable ingeniero-arquitecto italiano, Pier Luigi Nervi, resucitó la idea original de Lambot al observar que reforzando el concreto con capas de malla de alambre se obtenía un material que presentaba las características mecánicas de un material homogéneo equivalente y que demostraba

³³ Ibid. p.19.

³⁴ Morgan, R.G., *History of and Experience With Concret Ships*. Septiembre de 1975, Berkeley, University of California. citado por B.K. y Pama, R.P., *Ferrocemento*, México, Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto, A.C. 1981, p.23.

tener gran resistencia al impacto. A través de una serie de pruebas el profesor Nervi estableció las características preliminares del ferrocemento”.³⁵

“Nervi también fue el primero en emplear el ferrocemento arquitectónico en edificios. En 1947 construyó con ferrocemento una pequeña bodega. Posteriormente techó la alberca de la Academia Naval Italiana con una cubierta de 15 m y después la famosa Sala de Exhibición de Turín; sistema de techado con un claro de 91 m. En ambas estructuras se usó ferrocemento como uno de los elementos estructurales; las nervaduras y superficies exteriores son de concreto reforzado”.³⁶

³⁵ Walkus, B.R. y Kowalski, T.G. Ferrocement: A Survey. Concrete, Cement and Concrete Association of London, febrero de 1971, citado por B.K. y Pama, R.P., *Ferrocemento*, México, Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto, A.C. 1981, p.24.

³⁶ Paul, B.K. y Pama, R. P., op cit. p.24.

2.- Definición y técnica del ferrocemento y del concreto reforzado.

Por criterio de aclaración de conceptos, se cita primero la definición de ferrocemento,

“El ferrocemento es una capa de mortero de cemento de espesor delgado, reforzado con malla de alambre”.³⁷ E igualmente

“Es un tipo de material compuesto donde los materiales que lo integran, generalmente de consistencia frágil, llamada matriz, se refuerzan con fibras dispersas a través del compuesto, dando como resultado mejores comportamientos estructurales que el comportamiento individual”.³⁸

Esto podría semejar sobremanera una definición aplicable al concreto reforzado si no fuera por la distinción de “fibras” dispersas para refuerzo, ya que en principio si el concreto es: “Una mezcla de arena, grava, roca triturada u otros agregados unidos en una masa rocosa por medio de una pasta de cemento y agua”³⁹ como se definió en un principio y el concreto reforzado es: “Una combinación de concreto y acero en la que el refuerzo de acero proporciona la resistencia a tensión de que carece el concreto”,⁴⁰ entonces el esclarecimiento de conceptos de mayor agudeza para diferenciar entre concreto reforzado y ferrocemento, radica en que el concreto reforzado es el material compuesto de concreto y acero, donde el acero previamente conforma una estructura rígida, armada con barras de acero estándar ASTM, unidas mediante amarres con alambre recocado o soldadas, y que quedará inmersa y cubierta dentro de concreto vaciado en un molde conformado “In Situ” para ser retirado una vez fraguado el concreto y dejando a vista un arreglo estructural donde el acero y el concreto constituyen una nueva estructura que por tal lleva el nombre de “concreto reforzado”, y en cambio el ferrocemento es la estructura compuesta de concreto y acero, donde el acero fundamentalmente es el material del que está fabricada la malla y los refuerzos de la malla que orientarán los planos de la estructura deseada y que posteriormente será cubierta por concreto en capas de delgado espesor que obedecerán el contorno predefinido, en este caso el concreto no se cuela.

Una vez anotada no sólo la definición de ferrocemento, sino también aclarado su parentesco con el concreto reforzado, es importante tomar en cuenta que al ser un

³⁷Ibid, p.9.

³⁸ Ibid, p.19.

³⁹ McCormac, J.C., op. cit. p.1.

⁴⁰ Ibid. p. 1.

material utilizado desde hace ya más de ciento cincuenta años, es evidente que en la actualidad no sólo existe toda una tecnología en torno a su uso y aplicaciones, sino además existe también toda una investigación en relación a sus propiedades mecánicas y su comportamiento estructural. Es por ello, que en extensión de la definición particular del ferrocemento, es imprescindible profundizar en el recuento y análisis de los elementos que lo constituyen y las actuales alternativas que permiten su proceso de elaboración para tener una mayor comprensión de la técnica.

“La idea básica en apoyo a este material, es que el concreto puede sufrir deformaciones importantes en la cercanía del refuerzo y la magnitud de las deformaciones depende de la distribución y subdivisión del refuerzo a través de la masa del concreto”.⁴¹

Al definir la técnica del ferrocemento como una técnica menos aplicada que la del concreto reforzado, y en el caso particular del presente trabajo por ser la técnica que en la mayor parte de las obras presentadas es la que define su forma “filiforme”, es importante citar igualmente las definiciones de los elementos que lo integran, y que a la vez también comprenden elementos comunes al concreto reforzado.

Recurriendo a la Unidad de Apoyo Técnico para el Saneamiento Básico del Área Rural del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente de la Organización Mundial de la Salud, que en su publicación “Especificaciones Técnicas para el diseño de Estructuras de Ferrocemento”, Lima, 2003. Se define textualmente:

“Acero del Armazón: Se emplea para dar forma a la estructura y sobre ella se colocan las capas de malla de alambre o refuerzo. La característica del armazón es que los aceros que lo constituyen, se distribuyen uniformemente y se separan hasta un máximo de 30 cm entre ellos, generalmente no son considerados como parte del refuerzo estructural, sino como varillas de separación para los refuerzos de la malla. El diámetro de estos elementos es mucho mayor que el del acero de refuerzo.

Aditivo: Material que no sea cemento portland agregado o agua, que se añade al concreto para modificar sus propiedades.

Agregado: Material inerte que se mezcla con cemento portland y agua para producir concreto. El agregado a emplearse en estructuras de ferrocemento es el agregado

⁴¹ Nervi, P.L. *Structures*, Nueva York, 1956, citado por Paul, B.K. y Pama, R.P., *Ferrocemento*, México, Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto, A.C., Editorial Lumusa S.A. de C.V., 1984, p.21

fino (arena natural), que no deberá exceder de 7 mm. de diámetro ni menor de 2mm.

Agua: El agua empleada en ferrocemento deberá ser fresca y limpia. En ningún caso podrá emplearse agua de mar o similar.

Armadura de Refuerzo: Es el refuerzo total del sistema que puede estar conformado por la malla de refuerzo y el acero del armazón o solamente la primera.

Generalmente se considera al acero del armazón como parte del refuerzo total cuando las separaciones de las varillas que lo conforman están a no más de 7.5cm. de centro a centro, como sucede en las estructuras como botes, embarcaciones, secciones tubulares, tanques, etc. Las varillas del armazón que son espaciadas más allá de esta distancia no son consideradas como parte del refuerzo total.

Dirección longitudinal: Se define así a la dirección en la cual se encuentra aplicada la carga de diseño en la estructura de ferrocemento.

Dirección transversal: Se define así a la dirección en la cual se encuentra aplicada la carga de diseño en la estructura de ferrocemento.

Malla de Refuerzo: Generalmente consiste en alambres delgados, entretejidos o soldados; una de las características más importantes es que sea lo suficientemente flexible para poderla doblar en las esquinas agudas. La función principal de estas mallas es la de actuar como marco para sostener el mortero en estado fresco, así como absorber los esfuerzos de tensión en el estado endurecido que el mortero por sí solo no podría soportar.

Mortero: Es la mezcla de cemento y arena. Debido a que está sometido a grandes tensiones es necesario que su dosificación sea no menor a una parte de cemento por 1.5 a 2 partes de arena y 0.3 partes de agua.”⁴²

Una vez comprendidas las definiciones de los elementos que integran el ferrocemento en lo particular, todos ellos retomados del texto anterior “Especificaciones Técnicas para el diseño de Estructuras de Ferrocemento”, el paso siguiente consiste en identificar aquellos materiales que constituyen el ferrocemento por la forma como se obtienen en el mercado, particularmente en México.

A continuación se citan los materiales que integran el ferrocemento, en el mismo orden y acorde al concepto principal con que enumeran Paul, B.K. y Pama, R.P., en su

⁴²Organización Mundial de la Salud, *Especificaciones Técnicas para el diseño de Estructuras de Ferrocemento*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Lima, 2003. p.4-5.

citada obra, *Ferrocemento*, a dichos componentes, con apoyo igualmente de algunos fragmentos textuales de los citados autores y otras fuentes a su vez indicadas:

Malla de Refuerzo.

La malla de alambre es la base para trabajar la técnica del ferrocemento, se debe utilizar una malla adecuada y calculada a los esfuerzos a los que la estructura será sometida, y cuya carga será compartida con las varillas de refuerzo, (Acero del armazón). Antes de describir los principales tipos de malla de alambre que se utilizan actualmente, se presenta la siguiente tabla con sus características generales:

Tabla 1. Características de los distintos tipos de mallas.

Tipo de Malla	Peso de una capa		Espesor de la		Contenido de		Superficie de	
por área de unidad	malla		acero		de unidad		acero estimada por volumen	
Kg/ m ² lb/pie ²	mm	pulgada	kg/cm ³	lb/pie ³	mm ² /mm ³	pulgada ² /pulgada ³		
Malla de alambre Hexagonal calibre 6.99 ½" x 22	0.58	0.12	1.4	0.06	410	26	0.275	
Malla cuadrada Soldada, calibre 6.30 ½" x ½" x 19	1.08	0.22	2.0	0.08	540	34	0.248	
Metal expandido Expamet TCG263 6.22	1.22	0.25	2.5	0.10	490	31	0.245	
Malla Watson 5.99	3.53	0.72	5.5	0.22	605	38	0.236	

Malla de alambre hexagonal.

Es una malla que ofrece ventajas como el costo y la manejabilidad, se fabrica con alambre estirado en frío, entretejido forma los hexágonos que le dan el nombre, en México se conoce más comúnmente como "Tela de Gallinero".

"La malla de alambre utilizada en el Ferrocemento por lo general tiene un diámetro de 0.05 a 0.1 cm, y las aberturas de la malla varían de 1 a 2.5 cm." ⁴³

⁴³ Paul, B.K. y Pama, R.P., op.cit. p. 35.

Malla de alambre soldado.

Se fabrica generalmente con alambre de calibre 18 o 19, y eventualmente mayor, en México se conoce como “Criba” o también como “Arnero” y a continuación una tabla con las medidas comerciales con que es fabricada:

Tabla 2. Criba grano de plata reforzada y ligera.

CRIBA GRANO DE PLATA REFORZADA						
MEDIDA COMERCIAL *	CLARO ABERTURA (mm)	DIAMETRO ALAMBRE (mm)	PESO APROX. POR ROLLO 30 m (kg)	Kg ZINC POR ROLLO 30 m	LARGO (m)	ANCHO (m)
2 x 2	11.7	1.04	34.6	11.4	30, 10 y 5	0.91
3 x 3	7.7	0.81	31.6	11.9	30, 10 y 5	0.91
4 x 4	5.7	0.66	31.6	13.3	30, 10 y 5	0.91
5 x 5	4.5	0.58	28.8	12.2	30, 10 y 5	0.91
6 x 6	3.7	0.52	26.2	10.2	30, 10 y 5	0.91
8 x 8	2.7	0.44	30.6	13.8	30, 10 y 5	0.91

* Número de aberturas por pulgada lineal.

La Criba Reforzada cumple con la Norma ASTM-A-740

CRIBA GRANO DE PLATA LIGERA						
MEDIDA COMERCIAL *	CLARO ABERTURA (mm)	DIAMETRO ALAMBRE (mm)	PESO APROX. POR ROLLO 30 m (kg)	Kg ZINC POR ROLLO 30 m	LARGO (m)	ANCHO (m)
2 x 2	11.7	0.94	29.1	8.6	30	0.91
3 x 3	7.7	0.70	25.1	8.4	30	0.91
4 x 4	5.7	0.55	23.6	9.4	30	0.91
5 x 5	4.5	0.50	23.1	8.8	30	0.91
6 x 6	3.7	0.44	20.5	8.0	30	0.91
8 x 8	2.7	0.37	23.1	9.5	30	0.91

En esta tabla se presentan las medidas Estándar con las que se vende el producto, y particularmente el Grupo Deacero, en México, ofrece un tipo de malla llamada “Reforzada” que pesa 25% más que las mallas Standard, además de que en este caso la presencia de zinc es un 2.5 de mayor grado, lo cual garantiza tanto resistencia mecánica como la resistencia a la corrosión.

Además por experiencia del autor, esta malla al ser trabajada, aun cuando ofrece mayor resistencia a la deformación que la malla hexagonal, una vez que adquiere la forma deseada, en si misma actúa como una estructura que favorece la colocación del mortero de cemento permitiendo una mayor integración entre los materiales.

Malla entretejida.

Esta malla representa una modalidad que permite simplemente entrelazar alambres y determinar la abertura de cuadrícula deseada, es difícil su manipulación pues al no tener ningún amarre en los cruces, provoca ondulaciones que no siempre son deseables, y corregir ese hecho, hace más laboriosa su utilización, sin embargo en pruebas realizadas su comportamiento es mejor inclusive que el de las mallas soldadas o hexagonales.⁴⁴ Esto puede evidenciarse a partir del hecho de que las pruebas de tensión actúan sobre filamentos continuos y no sobre filamentos que pudieran sacrificar sus propiedades mecánicas en las uniones transversales a cambio de tener una malla de una sola pieza.

Malla de metal desplegado.

Esta malla que en México también se conoce como “malla de yesero”, ha sido investigada para su uso en la técnica del Ferrocemento por Byrne y Wright,⁴⁵ y las ventajas encontradas se cifran sobretodo en la “buena adherencia mecánica y facilidad de colocación”,⁴⁶ no obstante hay que agregar que si bien para dar forma a todas las mallas al momento de moldearlas hay que utilizar guantes de carnaza, en este caso particular, además de esa protección, hay que redoblar precauciones pues no se debe olvidar que los extremos de la hoja, son prácticamente hileras de navajas, ya que el proceso de fabricación de este tipo de malla, consiste realizar cortes seccionados a una lámina de metal delgada que posteriormente es “desplegada” y de ahí el nombre con el que se conoce.

Malla Watson.

Ésta malla si bien no es tan comercial, si es importante mencionarla como una referencia, ya que fue desarrollada en Nueva Zelanda, país donde el Ferrocemento ha sido investigado y utilizado para elaborar embarcaciones en producciones a gran escala.

La patente pertenece a Mesh Industries Ltd.⁴⁷, empresa neozelandesa que combina en una misma malla, dos calibres de alambre, uno de alta resistencia, cruzado,

⁴⁴ Paul, B.K. y Pama, R.P., op.cit. p.36.

⁴⁵ Byrne, J.G. y Wright, W. *An Investigation of Ferrocement Using Expanded Metal*, Concrete and Construction Engineering, vol.56, diciembre de 1961,págs.. 429-432. citado por Paul, B.K. y Pama, R.P., *Ferrocemento*, México, Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto, A.C., Editorial Lumusa S.A. de C.V.,1984 , p.37.

⁴⁶ Paul, B.K. y Pama, R.P., op.cit. p.37.

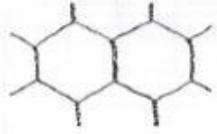
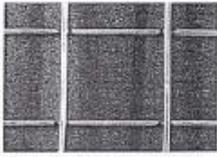
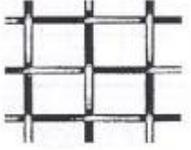
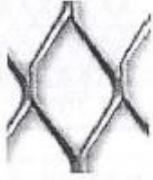
⁴⁷ *Íbid*,p.38.

y otro intercalado de menor resistencia, cuya función básica consiste en unir e impedir la separación de los alambres de alta resistencia, esto facilita el trabajo con la técnica de Ferrocemento, y convierte a esta malla, prácticamente en la malla óptima para esta técnica, ya que hay tres razones que le otorgan esta condición como lo estima Bowen, G.L:

- “1-Debido a su forma geométrica y a sus alambres de alta resistencia, se reduce la necesidad de amarrar, remover, enlazar a sacudir, así como golpeteo del tablero necesario para el acabado final del concreto aparente.
- 2- Se reduce el tiempo de aplicación de la malla ya que una capa es equivalente a varias capas de otras mallas.
- 3-Frecuentemente puede eliminarse la colocación de varillas de acero del armazón debido a la alta resistencia de la malla. Tomando en cuenta el costo por unidad/peso, la malla Watson es la más económica, al menos en Nueva Zelanda”.⁴⁸

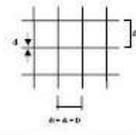
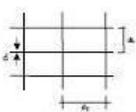
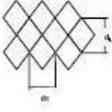
A continuación se muestra una tabla con las características visibles de los principales tipos de malla que pueden encontrarse en México y las normas que las rigen y otra tabla con las dimensiones características que se pueden encontrar en el mercado:

Tabla 3. Mallas para ferrocemento.

Tipos		Norma	Descripción
Hexagonal de alambre (malla de gallinero)			Fácil de manejar, se forma por el trenzado de alambres galvanizados, se fabrica con alambre estirado en frío.
Malla electro-soldada		ASTM A185	Está formada por alambres rectilíneos de acero, dispuestos de manera que forman cuadrados o rectángulo, soldados entre sí, en los puntos de contacto.
Malla cuadrada tejida		ASTM E2016-99	Es una malla tejida, en la que los alambres están simplemente entrelazados, formando una malla cuadrada o rectangular, los alambres no están perfectamente derechos y existe un cierto grado de ondulación, según pruebas estas mallas se comportan tan bien o mejor que la malla hexagonal o cuadrada soldada.
Malla de metal expandido		ASTM C 847	Se forma cortando una hoja delgada de metal desplegado para hacer aberturas en forma de diamante. La desventaja de este material es que tiende a abrirse debido a la acción de “tijera” de la malla en forma de diamante; obviamente existe un límite en cuanto al tamaño y peso de este material para evitar la acción de “tijera”.

⁴⁸ Bowen, G.L., *A New Mesh for Ferrocement Construction*, Nueva Zelanda, 1976, citado por Paul, B.K. y Pama, R.P., *Ferrocemento*, México, Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto, A.C., Editorial Lumusa S.A. de C.V., 1984, p.38y 39.

Tabla 4. Tipos y tamaños de mallas de acero más usados en la fabricación de ferrocemento (ACI 549).

Tipo	Forma		Fabricación	Denominación, medida	Espaciamiento de alambre		Diámetro del alambre o espesor de la malla		
	Configuración	Empalmes			in	mm	in	mm	
De alambre	Cuadrada			Tejida o soldada	$\frac{3}{4} \times \frac{3}{4}$ N° 16	$\frac{3}{4}$	19,0	0,0630	1,60
						$\frac{1}{2}$	13	0,0410	1,00
							$\frac{1}{3}$	8,5	0,0286
						$\frac{1}{4}$	6,4	0,0250	0,64
	Soldada				1 x 1 N° 14	1	25,0	0,0800	2,00
	Rectangular			Soldada	2 x 1 N° 14	2 x 1	50 x 25	0,0800	2,00
	Hexagonal			Retorcida	1 N° 18 1 N° 20 $\frac{1}{2}$ N° 22	1	25,0	0,0475	1,20
1						25,0	0,0348	0,88	
$\frac{1}{2}$						13,0	0,0286	0,72	
De metal expandido o desplegado	Diamante			Cortando una hoja delgada de metal desplegado para hacer aberturas en forma de diamante	3,4 lb/yd ² Gage N° 18 Gage N° 20			0,0230 0,0400 0,0300	0,58 1,00 0,76

Acero del Armazón.

Aún cuando la malla de acero que se utiliza cumple con una función estructural, sin embargo, esta función estructural es local, esto es, soporta fundamentalmente la estructura superficial de la forma que finalmente habrá de tener el concreto presentado como un plano o capa en unión a la malla que rige su contorno “coplanar”, y para esta parte cada centímetro cuadrado de superficie, está bien reforzado y estructurado, pero una parte imprescindible para que la obra completa quede estructuralmente estable, la cumple el Acero del Armazón, este se proporciona a la forma completa de la obra, obedeciendo los contornos sobre los que se apoyará la malla de acero, y se repartirá longitudinal y transversalmente.

El Acero del Armazón, está constituido básicamente de “varillas” corrugadas de construcción.

“Las varillas se separan lo más posible hasta un máximo de 30 cm., donde no son tratadas como refuerzo estructural, sino que frecuentemente se les considera como varillas de separación para los refuerzos de malla. En algunos casos el acero de armazón se separa a una distancia de 7.5 cm. De centro a centro, actuando así como un

elemento principal de refuerzo con malla de alambre en estructuras altamente esforzadas, por ejemplo, barcos, barcazas, secciones tubulares, etc;”⁴⁹

En seguida se cita una definición de “varilla” corrugada comercial para refuerzo de concreto que ofrece en México la empresa Hylsamex, S.A. de C.V, “HYLSA”, en donde se puede comprender muy bien la definición y función que cumple la varilla elaborada ex profeso para actuar conjuntamente con el Concreto, e igualmente se incluyen las referencias de calidad que la misma empres Hylsa ofrece en el mercado mexicano:

“Se usa como refuerzo de concreto. Su superficie está provista de rebordes (corrugaciones) que inhiben el movimiento relativo longitudinal entre la varilla y el concreto que la rodea.

La calidad de la varilla HYLSA está reconocida nacional e internacionalmente y se encuentra amparada con el Sello Oficial de Garantía bajo número 166 en el Libro de Protocolo por la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, habiéndose hecho acreedora al Premio Nacional de Calidad en 1990.

La varilla de HYLSA ha sido probada bajo las normas y condiciones más estrictas de uso como es la construcción de plantas nucleoelectricas y recomendable para su empleo en zonas de actividad sísmica.

En nuestro país, la construcción de la planta nucleoelectrica Laguna Verde, fue realizada con varilla HYLSA, la cual cumplió con todos los requisitos establecidos por su Departamento de Garantía de Calidad y por EBASCO, que fue el agente requerido por la Comisión Federal de Electricidad responsable de las actividades de diseño, adquisición y construcción del proyecto. “⁵⁰

Esta presentación además de ilustrar la función de una varilla corrugada, también ilustra el alto nivel de calidad de fabricación de varillas en México, esta empres es un ejemplo más de la indudable factibilidad que existe en nuestro país, para la aplicación de la técnica del ferrocemento y del concreto reforzado con productos locales, tanto o más que en cualquier otra parte del mundo.

Finalmente en lo que se refiere a la presentación de las diferentes clases de varillas comerciales en México, se presenta a manera de ejemplo la tabla de productos de HYLSA:

⁴⁹ Paul, B.K. y Pama, R.P., op.cit. p.40.

⁵⁰ Hylsamex, S.A. de C.V., *Varilla Corrugada*, [En línea] disponible en: <http://www.hylsamex.com.mx/hylsa_dav/hylsaDAV_ps_varilla.htm>. [Consulta 4 Noviembre 2008]

Tabla 5. Tabla de productos Hylsa.

Productos y Servicios ▶

Hylsa la varilla **FUERTE**

Dimensiones Regresar

Números de designación, calibre, dimensiones nominales y requisitos de corrugación para las varillas para refuerzo de concreto

	Número de designación (a)	2.5	3	4	5	6	8	10	12
Dimensiones Nominales	Calibre de pulgadas	5/16"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"	1.1/4"	1.1/2"
	Diámetro en mm (b)	7.9	9.5	12.7	15.9	19.0	25.4	31.8	38.1
	Área de la sección transversal en mm ²	49	71	127	198	285	507	794	1140
	Perímetro en mm	24.8	29.8	39.9	50.0	60.0	79.8	99.9	119.7
	Espaciamiento Máximo promedio en mm	5.6	6.7	8.9	11.1	13.3	17.8	22.3	26.7
Requisitos de Corrugación	Altura Mínima promedio en mm	0.3	0.4	0.5	0.7	1.0	1.3	1.6	1.9
	Distancia Máxima entre extremo de corrugaciones transversales (cuerda) en mm	3.0	3.6	4.9	6.1	7.3	9.7	12.2	14.6

(a) El número de designación de las varillas corrugadas corresponde al número de octavos de pulgada de su diámetro nominal.

(b) El diámetro nominal de una varilla corrugada es equivalente al diámetro de una varilla lisa que tenga la misma masa nominal que la varilla corrugada.

Hasta aquí lo referente a elementos de acero que intervienen en la aplicación de la técnica del ferrocemento, a continuación los demás componentes que en conjunto constituyen el concreto.

Cemento.

“En un sentido más amplio, el cemento puede describirse como un material con propiedades de adherencia y cohesión que lo hacen capaz de aglutinar fragmentos minerales en una masa compacta”.⁵¹

El Cemento combinado con agregados minerales constituye el Concreto, pero cabe aclarar que la razón de la combinación Acero-Concreto tanto en el caso del Concreto Reforzado, como del ferrocemento, es que el acero tiene una respuesta mecánica excelente en pruebas de tensión, en tanto que el concreto, tiene una excelente respuesta mecánica en pruebas de compresión, es por ello que ambos se compensan y complementan mecánicamente y funcionan idealmente en una misma estructura.⁵²

⁵¹ Paul, B.K. y Pama, R.P., op.cit. p.40.

⁵² McCormac, op.cit. p.1.

“El material adhesivo o matriz en el ferrocemento lleva el nombre de mortero. Normalmente está hecho de cemento Portland y arena común de Sílice. En presencia del agua, el cemento reacciona para formar un gel cementante que con el tiempo produce una masa firme y dura, es decir, la pasta de cemento endurecido. Esta pasta, en su estado fresco, aglutina las partículas del agregado que da como resultado un material denso, quebradizo. Las propiedades del mortero se rigen por el tipo y calidad de los materiales que lo constituyen, la proporción en que están combinados, sus condiciones de preparación y factores ambientales”.⁵³

Los requisitos generales para elementos de ferrocemento son: que tengan resistencia a la compresión, impermeabilidad, dureza y resistencia al ataque químico, lo más elevadas posibles y, tal vez el factor más importante de todos, que su consistencia se mantenga uniforme, compacta, sin huecos, detrás de las concentraciones del refuerzo y de las mallas.

“La resistencia del mortero es inversamente proporcional a su relación agua/cemento, en tanto que su trabajabilidad es directamente proporcional a la cantidad de agua utilizada”.⁵⁴

Tipos de Cemento Portland:

“En Estados Unidos, la American Society for Testing and Materials (ASTM), clasifica los cementos Portland en cinco tipos. Estos diferentes cementos se fabrican casi con los mismos materiales básicos, pero sus propiedades se modifican variando la dosificación. El cemento tipo I es el cemento normal usado en la mayoría de las construcciones pero hay otros cuatro tipos útiles en situaciones especiales en las que se requiere un fraguado rápido o una generación baja de calor, o bien una resistencia mayor a los sulfatos. Se da a continuación una breve descripción de estos tipos de cementos:

Tipo I. El cemento común de usos múltiples empleado en trabajos de construcción en general.

Tipo II. Un cemento modificado que tiene menor calor de hidratación que el Tipo I y que puede resistir alguna exposición al ataque de los sulfatos.

Tipo III. Un cemento de fraguado rápido que produce en las primeras 24 horas un concreto con una resistencia aproximadamente doble que la del cemento Tipo Portland I. Este cemento produce calor de hidratación muy alto.

Tipo IV. Un cemento de bajo calor que produce un concreto que disipa muy lentamente el calor. Se usa en estructuras de concreto de gran tamaño.

⁵³ Paul, B.K. y Pama, R.P., op.cit. p.40.

⁵⁴ *Íbid*,p.41.

Tipo V. Un cemento usado para concretos que van a estar expuestos a altas concentraciones de sulfatos.

Si el tipo de concreto requerido de cemento no está disponible en el mercado, pueden adquirirse varios aditivos con los que las propiedades del cemento Tipo I pueden modificarse para producir las características deseadas”.⁵⁵

La norma N-CMT-2-02-001-02 es la encargada de regular el control de calidad de fabricación de los cementos tipo Portland en México, y por lo tanto es una referencia muy interesante para profundizar tanto en la definición de cemento como de conocer a fondo sus componentes y características de fabricación.

Agregados.

“Agregado es el término dado al material inerte disperso dentro de la pasta de cemento. Este material inerte ocupa del 60 al 70% del volumen del mortero. Por lo tanto, los agregados utilizados para la producción de mortero de alta calidad, para estructuras de ferrocemento, deben ser fuertes, impermeables y capaces de producir una mezcla suficientemente trabajable con relación agua/cemento mínima para lograr la penetración apropiada en la malla. El agregado normalmente es arena natural, que puede ser una mezcla de roca basáltica, piedra caliza...”.⁵⁶

⁵⁵ McCormac, op.cit. p. 9-10.

⁵⁶ Paul, B.K. y Pama, R.P., op.cit. p.45.

“La granulometría de las partículas de arena es importante y debe cumplir, en lo posible, con la especificación C33-74^a de la norma ASTM para los agregados del concreto”.⁵⁷

Tabla 6. Especificación C33-74^a de la ASTM para agregado fino (arena).

Tamiz	Porcentaje que pasa
3/8" (9.50mm)	100
Núm.4 (4.75mm)	95 a 100
Núm.8 (2.36mm)	80 a 100
Núm.16 (1.18mm)	50 a 100
Núm.30 (600- μ m)	25 a 100
Núm.50 (300- μ m)	10 a 100
Núm.100 (150- μ m)	2 a 10

“Shah y Key han demostrado que no hay efectos sobre la resistencia a la tensión del ferrocemento debidos a variaciones en la granulometría de la arena, o el volumen y tipos de arena”.⁵⁸

Esto se puede explicar por lo comentado arriba de que la tensión realmente recae sobre los elementos de acero en la obra de ferrocemento. Y por otra parte como puede apreciarse, la formación de un mortero con tamaños variables de grano, permite el correcto acoplamiento entre mortero y malla, de manera que tal heterogeneidad, reducirá el riesgo de cortes coplanares originados por alguna fisura al interior del mortero fraguado.

⁵⁷ Annual Book of ASTM Standards, 1976, citado por Paul, B.K. y Pama, R.P., *Ferrocemento*, México, Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto, A.C. 1981, p.45.

⁵⁸ Paul, B.K. y Pama, R.P., op.cit. p.45-46.

El Agua.

“El Agua puede contener impurezas tales como barro, lama, ácidos, sales solubles, materiales vegetales en descomposición y muchas otras sustancias orgánicas que probablemente se encuentren en agua potable de buena calidad. Deben tomarse las precauciones necesarias antes de usar el agua que contenga estas impurezas. En ningún caso debe usarse agua de mar para mezclar el mortero, ya que aumentará el riesgo de corrosión de la malla y del refuerzo. Generalmente el agua de los servicios públicos está considerada como satisfactoria y no requiere ningún tratamiento adicional”.⁵⁹

Aditivos.

“Generalmente se usan aditivos para alterar o mejorar una o más de sus propiedades. La mayor parte de los aditivos se usa para mejorar la trabajabilidad, para reducir la exigencia de agua y para prolongar el fraguado del mortero. Los aditivos más comúnmente utilizados en ferrocemento son:

Aditivos reductores de agua: Tipo A: ASTM C494-71

Aditivos retardantes: Tipo B: ASTM C494-71

Aditivos reductores de agua y retardantes: Tipo D: ASTM C494-71

Aditivos reductores de agua y acelerantes: Tipo E: ASTM C494-71”.⁶⁰

A continuación se muestra como ejemplo, una línea de aditivos que se elaboran y distribuyen comercialmente en el país por un grupo empresarial mexicano, el Grupo Imperquimia (MR), que cumplen con la normatividad ASTM para aditivos de concreto, y que describen la propiedad que están afectando al ser utilizados en la elaboración del mortero a través de su aplicación proporcional diluidos en el agua utilizada para la mezcla.

⁵⁹ Ibid.p.47.

⁶⁰ Ibid.p.47.

ADITIVOS DEL GRUPO IMPERQUIMIA: ⁶¹

“PLASTOQUIM N0.25

Aditivo plastificante y reductor de agua de rango normal, cumple con la norma ASTM C-494 tipo A.

Alto desempeño

DISPERQUIM RL

Aditivo retardante de fraguado, plastificante y reductor de agua de rango normal. Cumple con las normas ASTM C-494 tipo D.

Alto desempeño.

QUIMACEL

Aditivo acelerante de fraguado, dispersante. Cumple con la norma ASTM C-494 tipo C.

Alto desempeño.

QUIMICRETE A

Aditivo acelerante de fraguado, plastificante y reductor de agua de rango normal. Cumple con la norma ASTM C-494 tipo E.

Alto desempeño.

QUIMICRETE LC LÍQUIDO Y POLVO

Aditivo acelerante de fraguado libre de cloruro, cumple con la norma ASTM C-494 tipo C.

Alto desempeño.

QUIMIMENT 100

Aditivo acelerante de las resistencias tempranas del concreto, superplastificante y reductor de agua de alto rango. Cumple con la norma ASTM C-494 tipo F.

Alto desempeño.

QUIMIMENT 320-R

Aditivo retardante de fraguado, superplastificante y reductor de agua de alto rango. Cumple con la norma ASTM C-494 tipo G. Alto desempeño.

MORSET

Aditivo acelerador de fraguado, mejora las resistencias aumenta la adherencia y disminuye el fisuramiento de concretos y morteros.

Alto desempeño (Libre de cloruros).

⁶¹ Wetfree S.A. de C.V., Catálogo productos para concreto Quimicret (MR), [En línea] disponible en: <http://wetfree.com.mx/quimicret_catalogos_aditivos.html>, [Consulta 1 Noviembre 2008].

CARBOQUIM 5

Aditivo retardante de fraguado, superplastificante y reductor de agua de alto rango tercera generación. Cumple con la norma ASTM C-494 tipo G / ASTM tipo II.

Alto desempeño.

CARBOQUIM 20 HE

Aditivo acelerante de fraguado, superplastificante y reductor de agua de alto rango tercera generación. Cumple la norma ASTM C-494 tipo F/ASTM C-1017 Tipo I.

Alto desempeño.

AIRQUIM

Aditivo inclusor de aire para concreto. Cumple con la norma ASTM C-260.

Alto desempeño.

EXPANQUIM

Aditivo expansor para concretos, morteros y mezclas cementicias.

Alto desempeño.

GUNCRETE LC

Aditivo acelerante de fraguado instantaneo libre de cloruro para mortero lanzado.

Alto desempeño.

FIBERQUIM

Micro fibras de polipropileno monofilamento que al ser adicionadas al concreto reducen el fisuramiento por contracción y refuerzan al concreto integralmente. Cumplen con la norma ASTM D-1116.

Alto desempeño”.⁶²

Recubrimiento.

Paul, B.K. y Pama, R.P, recomiendan tanto la pintura a base de vinilo como la epóxica como apropiadas para proteger la superficie expuesta de Ferrocemento,

“por lo general, las estructuras de ferrocemento no necesitan protección alguna, a no ser que se sometan a fuertes ataques químicos que dañen la integridad estructural de sus elementos.”⁶³

⁶² Wetfree S.A. de C.V., Catálogo productos para concreto Quimicret (MR), [En línea] disponible en: <http://wetfree.com.mx/quimicret_catalogos_aditivos.html>, [Consulta 1 Noviembre 2008].

⁶³ Paul, B.K. y Pama, R.P., op.cit. p.50.

Aun cuando la presente exposición está realizada con la finalidad de presentar el ferrocemento en una aplicación plástica, no está por demás mencionar que por razones de protección, el recubrimiento se recomienda sobre todo para estructuras marinas,⁶⁴ y en el caso referido a lo artístico, al final durante el tercer capítulo, se abordará lo relacionado con el recubrimiento enfocado a la presentación final elegida para cada obra propuesta.

Una vez concluido este apartado, se debe comentar que aun cuando el ferrocemento se comprende como un material tanto como una técnica independiente diferente al concreto reforzado, sin embargo, al hablar de cimentación y refuerzos estructurales para obras realizadas con la técnica de ferrocemento, necesariamente ambos conceptos estarán interactuando en un mismo proyecto, y es por esta razón, que en el apartado siguiente se realizará un repaso general del uso tanto del ferrocemento como del concreto reforzado en la escultura.

⁶⁴ Íbid,p.50.

3.- Breve repaso del uso del ferrocemento y del concreto reforzado en la escultura del siglo XX.

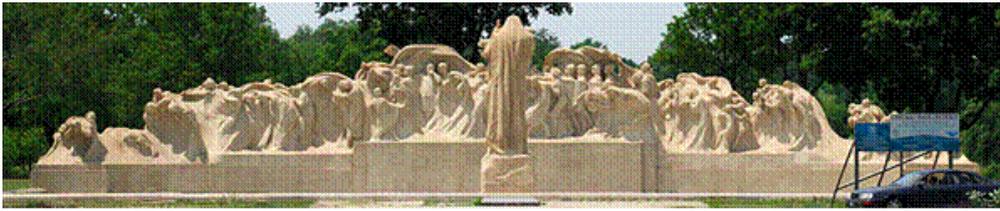
La intención de este apartado, no es la de profundizar minuciosamente en cada aportación escultórica realizada en ferrocemento o concreto reforzado desde su invención hasta la actualidad, ya que esa intención daría suficiente material para un objeto de estudio aparte al que bien se podrían dedicar otras tesis o publicaciones, ya que es vastísima la información que a la fecha se puede encontrar, más bien el objetivo de este apartado, es el de ilustrar con algunos de los ejemplos encontrados en esta exploración para el autor más relevantes y que destacan en algún aspecto como ejemplo de la utilización del ferrocemento y el concreto reforzado en la escultura del siglo XX en México y en otros países.

Hecha esta aclaración, parece oportuno para comenzar que al ser Estados Unidos el primer país donde se produjo industrialmente el cemento Portland hacia 1870 tal como se cita en el primer capítulo, no es de sorprenderse que sea uno de los primeros países en donde la posibilidad plástica de su uso haya tomado forma en la escultura, y fue precisamente Lorado Taft, (Elmwood, Illinois, 1860-1936) escultor norteamericano quien se convirtió en uno de los pioneros más destacados en el uso del concreto para realizar sus esculturas, siendo estas además de tamaño monumental, este escultor inicia su experimentación con concreto desde antes del 1900, y hacia 1913 después de haber realizado ya otras esculturas en concreto empieza a modelar una obra monumental, que se encuentra en el Washington Park en Chicago, llamada "Fountain of Time". Esta obra fue concluida en 1920, mide 36 metros de largo, 5 metros de fondo y 5 metros de altura.

Y como se aprecia en la imagen abajo, tanto por los factores del modelado, así como de la dimensión, y del ensamble de las partes, pues las costuras aunque tenues, muestran las líneas de unión de las diferentes partes del molde, se puede afirmar que Lorado Taft, fue el escultor que en el origen del uso del concreto en la escultura alcanzó en relativamente pocos años, el nivel más experimentado para la utilización del mismo con ese fin en todo el mundo.

Esta escultura alude el poema de Henry Austin Dobson: "Time goes, you say? Ah no, Alas, time stays, we go. (El tiempo se va, tú dices? Ah no, Alas, el tiempo permanece, nosotros nos vamos)." ⁶⁵

⁶⁵ Kumar Mehta P. y Monteiro P.J. M., *Concrete*, New Jersey, Prentice Hall, 1993, p.7.



**Lámina 18. Lorado Taft, "Fountain of Time",
(36 X 5 X 5mts., 1920, concreto armado, Chicago).**

“El concreto es un extraordinario material porque puede no sólo ser colado en una variedad de formas, sino también de dársele efectos especiales en su superficie. Estéticamente deleitables esculturas, murales, y ornamentos arquitectónicos, pueden ser creados por la adecuada elección de materiales de elaboración en concreto, modelados y técnicas de texturizado... La escultura es más que una extensa representación de 100 figuras humanas individuales, todas ellas coladas en su sitio con el componente de agregado final a la vista. En palabras de Steiger, *la figura central, es Tiempo, el conquistador, sentado sobre un caballo con traje de armas y rodeado por jóvenes y viejos soldados, amantes, predicadores religiosos, y muchos más participantes en la diversidad de la vida de la humanidad, finalmente abrazando la muerte con los brazos extendidos.* Lorado Taft realizó el modelo para esta escultura en 1920 tras 7 años de trabajo. Respecto a la elección del concreto como medio de arte, el constructor de la escultura, John J. Earley, *tuvo este comentario: El concreto como un medio artístico se vuelve doblemente interesante cuando nos damos cuenta que sumado a lo económico, posee a la vez, las propiedades más deseables tanto para el metal como lo es para la piedra. El metal es colado, es una reproducción exacta mecánicamente al trabajo del artista, y como es el concreto...La piedra (la escultura) es una interpretación de un trabajo original y más aun que no es realizable así por ningún otro artista. Pero la piedra tiene la ventaja de color y texturas que le permiten lucir bien en todo su alrededor, cualidad de la que carece el metal. El concreto, trabajado como lo fue en La Fountain of Time, presenta una superficie enteramente casi de piedra con todas sus cualidades visibles mientras que al mismo tiempo ofrece la precisión del vaciado que podría sólo de otra forma ser logrado en el metal.”⁶⁶*

⁶⁶ Kumar Mehta P. y Monteiro P.J. M., Op.cit. p. 7. “Concrete is an extraordinary material because it can be not only cast into a variety of complex shapes, but also given special surface effects. Aesthetically pleasing sculpture, murals, and architectural ornaments can be created by suitable choice of concrete-making materials, formwork, and texturing techniques... The sculpture is a larger-than-life representation of 100 individual human figures, all cast in place in the exposed aggregate finish. In the words of Steiger, the central figure is Time the conqueror, seated on an armored horse and surrounded by young and old, soldiers, lovers, religious practitioners, and many more participants in the diversity of human life, finally embracing death with outstretched arms. Lorado Taft made the model for this sculpture in 1920 after 7 years of work. About the choice of concrete as a medium of art, the builder of the sculpture, John J. Early, had this to say: “Concrete as an artistic medium becomes doubly interesting



Lámina 19. Lorado Taft, "Fountain of Time", detalle.

Esta temprana obra de concreto en la escultura posee sin embargo múltiples cualidades que demostraron en su tiempo la eficacia del material, como principalmente el dominio en la riqueza figurativa de la obra, lo que indica una infinidad de posibilidades en cuanto a formas y complejidad de contornos, y también el dominio de la técnica aplicada para minimizar el obstáculo que normalmente ofrece el peso para una obra de tales dimensiones, además de su durabilidad dada la naturaleza del material, esta obra escultórica monumental fue realizada dentro de los primeros cincuenta años desde que fue producido por primera vez el cemento Portland en Estados Unidos, y además, que tocando la parte artística, sensible detrás de esta obra, aparecen conceptos de fondo que respaldan la obra con fundamentos teóricos y de inspiración en el ciclo de la vida, en la historia de la humanidad, etc; entonces es por ello que independientemente de estar en acuerdo de lo que corresponde a la forma o fondo en torno a esta escultura, el hecho es de que al autor le ha parecido indiscutible para ser la primera en presentar en este apartado, además de que cubre múltiples aspectos que como ejemplo ilustran el alcance que tuvo la utilización del concreto en una obra escultórica de estas dimensiones para ese tiempo.

Otra escultura del mismo autor, Lorado Taft, que tiene diferencias con la primera presentada, es la llamada "Black Hawk Statue" o "The Eternal Indian", de

when we realize that in addition to its economy it posses those properties which are the most desirable of both metal and stone. Metal is cast, it is an exact mechanical reproduction of the artist`s wotk, as is concrete.... Stone (sculpture) is an interpretation of an original work and more often than not is carried out by another artist. But stone has the advantage of color and texture which enable it to fit easily into varied surroundings, a capability lacking in metal. Concrete, treated as in the Fountain of Time, presents a surface almost entirely of stone with all its visual advantages while at the same time offering the precission of casting that would otherwise only be attained in metal”.

hecho ésta es anterior, fue realizada en 1911, en Eagle's Nest Art Colony, Illinois. Mide 14.6 m. de alto y es la primer obra monolítica de concreto de esas dimensiones en el mundo.



**Lámina 20. Lorado Taft, “Black Hawk Statue”
(14.6mts., 1911, concreto armado, Eagle's Nest Art Colony).**

Entre 1905 y 1927, un ex-combatiente de la Guerra civil norteamericana, Samuel Perry Dinsmoor, (Lucas, Kansas, 1843-1932) tomó la vocación de escultor, y construyó en Lucas, Kansas, lo que se conoce hasta la fecha como: “Garden of Eden”, (El jardín del Edén), con cerca de 200 esculturas, todas ellas realizadas de concreto reforzado.



**Lámina 21. Samuel Perry Dinsmoor, “Garden of Eden”
(.4 hectáreas, 1909, concreto aramado, Lucas, Kansas).**

Sin duda alguna, la influencia religiosa también aportó un importante grano de arena en el caso de la utilización del concreto reforzado en la escultura, pero en estos casos como material para erigir grandes monumentos por encargo, en este caso es oportuno citar a Gombrich:

“Recordemos las palabras del papa Gregorio el Grande: “La pintura puede ser para los iletrados lo mismo que la escritura para los que saben leer”. Esta búsqueda de claridad aparece no sólo en las ilustraciones pintadas, sino también en esculturas...”.⁶⁷

Por aquellos años, en Brasil, la comunidad católica de Río de Janeiro, promovió la construcción de una gran escultura con la figura de Cristo, y el ganador fue el escultor francés de origen polaco, Paul Landowski (París, 1875- 1961) con la obra llamada en portugués “O Cristo Redentor”, y la tarea de diseñar la estructura y el proyecto monumental que finalmente alcanzó los 38 metros de altura y fue erigida sobre el cerro del corcovado, fue del ingeniero Heitor da Silva Costa, quien la construyó de concreto reforzado, esta obra inició en 1922 y culminó en 1931.



**Lámina 22. Paul Landowski, “O Cristo Redentor”
(38mts. de alto, 1931, concreto reforzado, Río de Janeiro).**

Se cuenta que en 1934 el Cardenal de Lisboa visitó Río de Janeiro y quedó tan impresionado con la colosal estatua que a su regreso a Portugal se propuso realizar un monumento similar que tras varios años de gestión y recaudación de fondos, fue realizado por Francisco Franco de Sousa (Funchal, Portugal, 1885-1955) y finalmente

⁶⁷ Gombrich E.H., *La Historia del Arte*, Editorial Sudamericana, Buenos Aires, 2004, p.167.

inaugurado en 1959, elaborado también de concreto reforzado y con una altura de 103 metros.



Lámina 23. Francisco Franco, “Cristo Rei” (103mts. alto, 1959, concreto armado, Lisboa).

En México fue inaugurado el año 2000 otro proyecto en Torreón, Coahuila, “El Cristo de las Noas”, de casi 23 m. de altura, de concreto reforzado, realizado por Vladimir Alvarado (Torreón, 1971).

De manera similar por los años 80 en Cochabamba, Bolivia, fue construido el “Cristo de la Concordia”, de más de 33 m. de altura, también de concreto reforzado.



Lámina 24. Vladimir Alvarado, “El Cristo de las Noas” (21.8mts. de alto, 1973, concreto reforzado, Torreón).

Volviendo a Estados Unidos, otra gran escultura de concreto reforzado que lleva por nombre “Golden Driller” de 23 m. de altura, fue construida en Tulsa, Oklahoma, en 1953 por la Mid-Continent Supply Company de Forth Worth, con motivo de una exposición internacional de petróleo y puede considerarse la escultura de concreto reforzado de figura humana de pies separados más grande del mundo realizada durante el siglo XX, además de que esta escultura es la primera de esas dimensiones en tener color, lo cual aporta el acabado policromo como una posibilidad que enriquece el empleo de la técnica plástica.



**Lámina 25. Mid-Continent Supply Company, “Golden Driller”
(23mts., 1953, concreto reforzado, Tulsa, Oklahoma).**

En la década de los cincuentas, en 1959, en la localidad de Jamestown, North Dakota, Estados Unidos, se construyó la escultura de un Bufalo de concreto de casi ocho metros de alto, realizado por Elmer Paul Peterson (Jamestown, 1959), instructor del colegio de arte de Jamestown, donde también la policromía juega un papel primordial en el aspecto final de la obra.



**Lámina 26. Elmer Paul Peterson, “James Town Buffalo”
(8 X 14mts, 1959, concreto reforzado y ferrocemento, James Town, Buffalo).**

En la ciudad de Edimburgo, Reino Unido, se construyó durante la segunda mitad del siglo XX, una escultura de concreto del mítico personaje de Gulliver realizada por Jimmy Boyle (Gorbals, Glasgow, 1944).



Lámina 27. Jimmy Boyle. “The Gentle Giant, Gulliver” (30mts. de largo, 1978, concreto reforzado, Edimburgo).

Por esas fechas igualmente durante la segunda mitad del siglo XX, en Amsterdam, el escultor Ad Dekkers (Mierlo, 1922-2004), construyó la obra de ocho metros de alto de concreto reforzado llamada Gebroken cirkel.



Lámina 28. Ad Dekkers, “Gebroken Cirkel” (8 X 8 2.4mts., 1976, concreto reforzado, Amsterdam).

En tanto que en México, uno de los impulsores principales del uso del concreto como material para la realización de proyectos escultóricos monumentales fue Mathias Goeritz (Danzig, 1915-1990), quien desde su llegada a México en 1949, realizó diversas aportaciones a la escultura pública utilizando el concreto reforzado. Como ejemplo

muestro la siguiente escultura realizada en 1949 que no puede ocultar su similitud con la realizada por Gaudí (Lámina 56) realizada a principios de siglo y que se presenta más adelante.



**Lámina 29. Mathias Goeritz, “El Animal”
(3mts, 1949, concreto reforzado, Ciudad de México).**

En 1958, en México fue notable a nivel mundial, tanto por sus dimensiones como por su impacto visible en un entorno urbano la inauguración de las “Torres de Satélite”, obra de Luis Barragán y de Mathias Goeritz, realizadas en concreto reforzado, cinco torres de las cuales la mayor tiene una altura de 52 metros y la menor de 30.

En entrevistas realizadas a Mathias Goeritz alrededor el año 1980 por Mario Monteforte Toledo, Mathias Goeritz comenta en relación a las torres:

“...si algún parentesco tienen las Torres con la escultura, el minimal y la idea que desde entonces maduré para hacer obra grande y pública en las ciudades. Creo que las Torres funcionan dentro de un proyecto urbanístico; pero les pesa demasiado el antecedente de torres más ilustres y congruentes con su medio y su tiempo, como la de Eiffel, la Giralda de Sevilla, la Cotubia de Marraquech. Aparte y haciendo reverencia, como paradigma y conjunto inigualable menciono las torres de San Gimignano; su originalidad está en ser parte de edificios y al mismo tiempo “poemas plásticos”, monumentos tributados a Dios”.⁶⁸

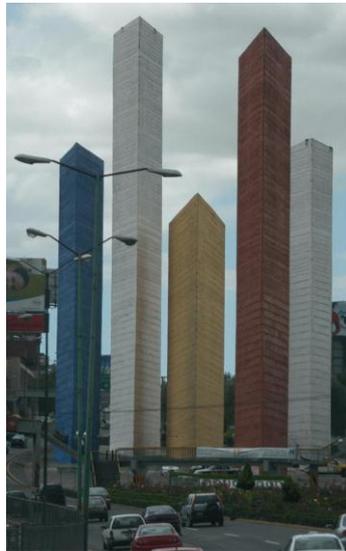
Es por el comentario anterior que parece importante presentar junto a la imagen de las “Torres de Satélite”, la imagen de las torres de San Gimignano dada la referencia que brinda el mismo coautor del proyecto de las “Torres de Satélite” en nuestro país, asimismo, dentro del concepto geométrico y como ejemplo adicional de otro proyecto escultórico de concreto realizado en Estados Unidos por Sol Lewitt (Hartford,

⁶⁸ Monteforte, T. M., *Conversaciones con Mathias Goeritz*, Siglo XXI Editores, 1993, p.129.

Connecticut, 1928-2007) se incluye la imagen de la obra que hace referencia al ambiente urbano de la ciudad norteamericana de Atlanta, donde las columnas de mayor altura rebasan los seis metros.



Lámina 30. “Torres de San Gimignano”, Italia.



**Lámina 31. Luis Barragán y Mathias Goeritz, “Torres de Satélite”
(30 a 52mts. de alto, 1958, concreto armado, Ciudad Satélite).**



**Lámina 32. Sol Lewitt, “54 Columns”
(3 a 6mts. de alto, 1999, concreto reforzado, Atlanta).**

Volviendo a la entrevista realizada a Mathias Goeritz, ...

” ¿A que atribuyes que hayas podido realizar en México esas obras tan absolutamente nuevas para su época?

Mathias...., ...las Torres, a la visión y el poder personal bien empleados del arquitecto Barragán, a quien no me canso de proclamar como coautor del proyecto”,⁶⁹ a lo que González Gortázar comenta:

“En las Torres de Satélite Barragán y Goeritz crean un espacio urbano que se vuelve señal y símbolo, recuperando en mucho lo que la ciudad contemporánea más ha perdido: el sentido del lugar”.⁷⁰

Es de considerarse que el resultado de haberlas realizado de concreto, fue la circunstancia que le propició al material un salto definitivo y notable de la arquitectura a la escultura para su posterior uso en otros múltiples proyectos que Mathias Goeritz se encargó de promover en México.

El mismo Goeritz responde a otra pregunta:

“Mario. Hablemos de escultura...

¿Se estará produciendo algo verdaderamente notable?

Mathias. No lo creo. Aparte de Chillida, no hay algo impresionante en Europa. En Nueva York sigue trabajando Noguchi”.⁷¹

Y en efecto, siguiendo las referencias que Goeritz, promotor del uso del concreto en la escultura en México, brinda en las líneas arriba, al revisar el trabajo de Eduardo Chillida (San Sebastián, 1924-2002), se puede hallar no sólo su riqueza propositiva a través del uso de diversos materiales con los que desde el inicio de su carrera trabajó, sino que en particular para el interés de este apartado, a Chillida se le puede considerar como el escultor europeo que más empleó el concreto reforzado (hormigón armado como se conoce en España) de manera notable en sus obras monumentales durante el siglo XX. Como ejemplo la siguiente.



**Lámina 33. Eduardo Chillida, “Elogio del Horizonte”
(9mts., 1987, concreto reforzado, Guijón).**

⁶⁹ Ibid.p.129.

⁷⁰ González G.F., *La Arquitectura Mexicana del Siglo XX*, Conaculta, 2004, p. 339.

⁷¹ Monteforte, T. M., *Op. Cit.*, p.131.

Y a su vez, buscando la segunda referencia proporcionada por Goeritz, al revisar el trabajo de Isamu Noguchi (Los Ángeles, 1904-1988), desde la primera mitad del siglo XX, también en Estados Unidos, este escultor norteamericano-japonés, trabajó con el concreto para la realización de esculturas, aunque él particularmente experimentó con diferentes formulaciones además del Portland para lograr otras variedades de concreto y experimentar texturas y apariencias diversas tal como la llamada “magnesita”, que a diferencia del cemento Portland, compuesto normalmente de mayores cantidades de Óxido de Calcio, Sílice, Alumina, etc; se compone principalmente de Carbonato de Magnesio, como ejemplo las siguientes imágenes.

Además dentro de su experimentación con esta variante de cemento, desarrolló una serie de esculturas con luz indirecta tras paredes delgadas de las mismas obras, aprovechando las propiedades refractantes del material, a las que denominó, “lunares”.

“During the 1940s Noguchi also created a number of magnesite sculptures, most notably the self-illuminated works that he called Lunars , whose undulating magnesite surfaces covered hidden light bulbs”.⁷²



Lámina 34. Isamu Noguchi , Lunar Infant, (50 X 40 X 40cm., 1944, magnesita, Long Iland City).

La experimentación de Noguchi con diferentes variantes del cemento, refleja años de conocimiento y dominio del material, y la prueba puede encontrarse en una obra aun anterior a las ya mostradas, realizada en concreto tipo Portland y que singularmente representa para este autor una referencia toral en esta investigación, ya que de hecho fue

⁷² The Noguchi Museum, *Materials, Magnesite*, [En línea] disponible en: <<http://www.noguchi.org/magnesite.html>>, [Consulta 27 Diciembre 2008]. “Durante los años cuarentas Noguchi también creó un número de esculturas de magnesita, de las cuales, las más notables fueron los trabajos auto-iluminados, a los que llamó Lunares, donde las ondulantes superficies de la magnesita cubrían focos ocultos”.

realizada en México en el año de 1936 cuando el movimiento muralista en México había rebasado su cúspide, y que a continuación se muestra:



**Lámina 35. Isamu Noguchi, “History Mexico”
(2 X 22mts., 1936, cemento y ladrillo tallado, Ciudad de México, detalle).**



Lámina 36. Isamu Noguchi, “History Mexico” detalle.

“En 1936 Isamu Noguchi viajó a la Ciudad de México a trabajar en su primer escultura pública... la obra describe el triunfo de los obreros y campesinos sobre el fascismo. Tomó a Noguchi siete meses para concluir su proyecto, el cual es su escultura más política”.⁷³

La obra arriba ilustrada se encuentra en el mercado Abelardo Rodríguez en la Ciudad de México, fue realizada en concreto policromado, y mide 22 metros de largo, y no obstante la nacionalidad del autor, cumple con las características cualitativas del muralismo mexicano en plenitud por los años de su realización, como lo son las

⁷³ Isamu Noguchi, Escultor, “In 1936 Isamu Noguchi traveled to Mexico City to work on his first public sculpture... the work depicts the triumph of workers and peasants over Fascism. It took Noguchi seven months to complete this project, which is his most political sculpture.”
[En línea] disponible en:<<http://www.noguchi.org/mexico.html>>, [Consulta 27 Noviembre 2008].

dimensiones, el tema, y el colorido, pero destaca por el volumen de sus relieves acordes con la policromía;

“Así es como realicé mi primer trabajo monumental, cemento coloreado sobre ladrillos tallados, dos metros de alto y veintidós metros de largo, al cual llamé Historia de México. Así fue la historia tal como yo la veía en ese tiempo para México... El cemento fue proporcionado por la compañía de Cementos Tolteca, los ladrillos fueron casi gratis. Me llevó ocho meses para terminar...”⁷⁴

Sin intención de polemizar, hay que advertir que este trabajo de Noguchi de 1936, es bastante anterior a lo realizado por Siqueiros bajo el concepto de “escultopintura”, además esta obra de Noguchi, cumple en mucho con las coincidencias de forma y color con las que Siqueiros (Ciudad Camargo, 1869-1974) realizó diez y seis años después “en Ciudad Universitaria el mural llamado *El pueblo a la universidad; la universidad al pueblo*, realizado con relieves policromados con mosaicos (denominados por él “escultopinturas”).⁷⁵ Además respecto a esta obra de Noguchi, por ser su primera obra pública, y también por ser realizada en México, el autor afirma sin duda que ésta es la primera aportación de escultopintura muralística realizada en México, esta obra no ha tenido la difusión suficiente y de hecho entre los mismos usuarios del mercado y personal que labora en el mismo, es una obra desconocida, por lo que el autor concede el crédito correspondiente a la Lic. Emma Rodríguez, del equipo de restauración del mercado Abelardo Rodríguez, quien durante Marzo de 2009 contribuyó con el autor en evidenciar la existencia y ubicación exacta del mural de Isamu Noguchi debido a la desinformación sobre el mismo.

En ocasión de este trabajo realizado bajo el concepto de “escultopintura” parece congruente dirigir la búsqueda del presente apartado a los trabajos realizados por Siqueiros, y mostrar algunas de las obras realizadas por él años después, iniciando con la citada anteriormente:

⁷⁴ Isamu Noguchi, Escultor, “This is how I made my first major work, colored cement on carved brick, two meters high and twenty-two meters long, which I called History Mexico. It was history as I saw it at that time, from Mexico... The cement was supplied by the Tolteca Cement Company, the bricks were almost free. It took eight months to complete...” [En línea] disponible en: < <http://www.noguchi.org/intextpub.html#histmex> >, [Consulta 27 Noviembre 2008].

⁷⁵ Centro Nacional de Investigación, *Documentación e información de Artes Plásticas del Instituto Nacional de Bellas Artes, Iconografía de David Alfaró Siqueiros*, México, Fondo de Cultura Económica, 1997, p.163.



Lámina 37. David Alfaro Siqueiros.
“El Pueblo a la Universidad; La Universidad al Pueblo”
(6 X 18mts. Aprox., 1952, relieve policromado y mosaico sobre concreto, Ciudad de México).

Siqueiros combinaba, “vinilita y cemento”,⁷⁶ así como “asbesto-cemento”.⁷⁷

Otro ejemplo es el mural también bajo el concepto de “esculptopintura” conocido como “La velocidad”, realizado para Automex en la Ciudad de México en 1953.

“Este mural fue para Siqueiros un medio experimental en su búsqueda de los materiales apropiados y duraderos para obras al exterior, porque aunque había propuesto que se utilizara aluminio policromado electrolíticamente y el cliente había aceptado, el desconocimiento de esa tecnología y posiblemente el alto costo del material requerido hicieron que el proyecto se modificara. Entonces el muralista optó por emplear cemento, mosaico veneciano y azulejo cortado”.⁷⁸



Lámina 38. David Alfaro Siqueiros, “La Velocidad”
(3 X 8mts., 1953, cemento, mosaico veneciano y azulejo cortado, Ciudad de México).

⁷⁶ Ibid. p. 163.

⁷⁷ Orlando Suárez, *Arte Público*, citado en: Siqueiros D.A., *Como se Pinta un Mural*, México, Ediciones Taller Siqueiros, 3ª Edición, 1979 .p.155.

⁷⁸ Guadarrama P. G., *El mural Velocidad, un caso de desintegración de... ¿integración plástica?*, Revista Digital Cenidiap, Abril-Junio 2005, [En línea] disponible en: <<http://discursovisual.cenart.gob.mx/antiores/dvwebne04/confrontacion/confguada.htm>>, [Consulta 27 Diciembre 2008].

Aunque en sentido estricto en el caso de Siqueiros el concreto no fue un material exclusivo para la realización de la “esculptopintura”, sin embargo si fue un material muy importante para la elaboración de sus principales obras bajo ese concepto, en algunos casos fue material de acabado del contorno superficial, en otros auxiliar aglutinante para fijación de azulejos o mosaicos, y en otros casos, material de apoyo estructural.

Sin embargo al abordar el manejo del concreto y las técnicas, parece a este autor de mayor alcance la técnica que utilizó Isamu Noguchi que la empleada por Siqueiros en el uso del concreto en este tipo de trabajo denominado “Esculptopintura”, ya que a éste último se le limitaba a formas más bien llanas, en cambio la utilizada por Noguchi, le permitía hundimientos y prominencias muy ágiles que ilustran con facilidad cualquier contorno sin depender del color que “pinte” la forma no modelada.

Retrocediendo algunos años también en México, es notable la aportación que el autor ha podido encontrar del uso del concreto armado a través de Francisco Zúñiga (San José, 1912-1998), escultor de origen costarricense, pero formado en nuestro país y que hasta 1986 adquirió la nacionalidad mexicana, ya que hacia 1952 realizó diferentes grupos escultóricos en México, utilizando el concreto armado, dos grupos escultóricos particularmente en Veracruz, para el entonces Banco de México, que poco tiempo después se convertiría en la torre de Pemex, Veracruz. A continuación muestro las siguientes láminas tomadas personalmente en visita a la torre de Pemex en el puerto de Veracruz.



**Lamina 39. Francisco Zúñiga, “La Riqueza del Mar”
(9 X 3.5mts, 1952, concreto reforzado, Veracruz).**



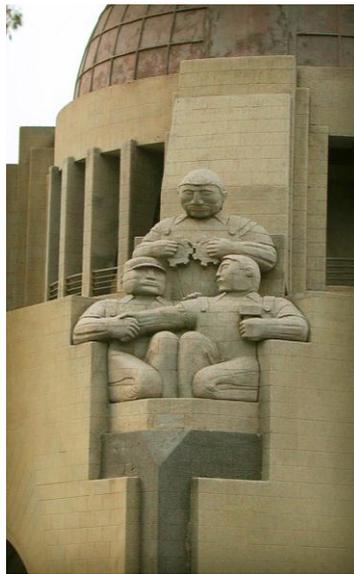
**Lamina 40. Francisco Zuñiga, “La Pesca y la Cosecha”
(16 X 4mts., 1952, concreto reforzado, Veracruz).**



Lamina 41. Francisco Zuñiga, “La Pesca y la Cosecha”, detalle.

De esta última lámina, se comenta de manera informal que el rostro del hombre que domina al caballo, corresponde al autorretrato del maestro Francisco Zúñiga. Como puede apreciarse, sí es equiparable en diferentes sentidos el nivel de trabajo en estos grupos escultóricos, al realizado por Lorado Taft en Estados Unidos, ya que el elemento figurativo, por sus dimensiones a la vez del dominio del manejo del material a pesar del excesivo peso, demuestra la maestría de Zúñiga en sus trabajos con concreto armado, ya que ambos conjuntos son superiores a los tres metros y medio de alto con nueve y catorce metros de largo respectivamente.

Otros escultores mexicanos fueron contemporáneos a Zúñiga, sin embargo no utilizaron el concreto armado al mismo nivel que este último, más bien utilizaron el concreto armado como elemento aglutinante y adhesivo para cantera, recinto y otras piedras, pues ellos sobretodo realizaron obra en talla directa fundamentalmente durante la primera mitad del siglo XX, a los cuales nombro a continuación:
Oliverio Martínez (Piedras Negras, 1901-1938) realizó los conjuntos escultóricos del monumento a la Revolución en la Ciudad de México.



**Lámina 42. Oliverio Martínez,
“Monumento a la Revolución”, detalle,
(1938, cantera tallada, Ciudad de México).**

Ortiz Monasterio (Ciudad de México, 1906-1990) e Ignacio Asúnsolo (Durango, 1890-1965), también recurrieron al uso del concreto como elemento adhesivo para el armado de sus grandes monumentos.

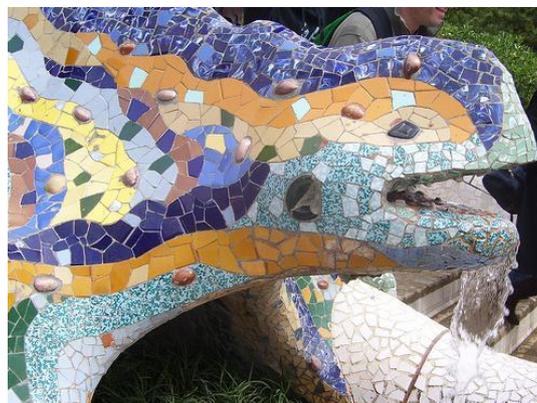


**Lámina 43. Ortiz Monasterio, “Monumento a la Madre”
(1949, cantera tallada, Ciudad de México).**



**Lámina 44. Ignacio Asúnsolo, “Familia Proletaria”
(1934, cantera tallada, Ciudad de México).**

Las cualidades del uso del concreto con fines plásticos, no sólo fueron descubiertas por escultores o artistas como he referido hasta ahora, sino también por los propios empleadores originales del concreto, por arquitectos e ingenieros, que buscaron al hacer uso del concreto, no sólo la función de realizar un inmueble para algún servicio específico, sino además la de hacerlo aparecer estético, diferente de lo usual o de lo común, y que a la vez cumpliera con la finalidad por la cual fue elaborado, en primer lugar cito a Gaudí (Reus, 1852-1926), quien a principios del siglo XX capitalizó y concretó en sus construcciones obras notables con formas y texturas inusuales al utilizar el concreto magistralmente en combinación con otros elementos, de ahí su conocido “Trencadís” a base de pedacería de cerámica y cemento, como ejemplo se muestran las siguientes imágenes, que bien pueden ilustrar el punto de integración entre la escultura y la arquitectura desde un enfoque contemporáneo en estructuras a base de concreto.



**Lámina 45. Antoni Gaudí, detalle en parque Güell
(1922, Barcelona).**



Lámina 46. Antoni Gaudí, detalle casa Milá (1910, Barcelona).

Pablo Picasso (Málaga, 1881-1973), connacional del anterior, también empleó el concreto para realizar algunas de sus innumerables obras de múltiples materiales, de las cuales, a continuación se muestra una de ellas.



Lámina 47. Pablo Picasso, “Jacqueline Roque”, (15mts., de alto, 1965, concreto reforzado, Kristinehamn).

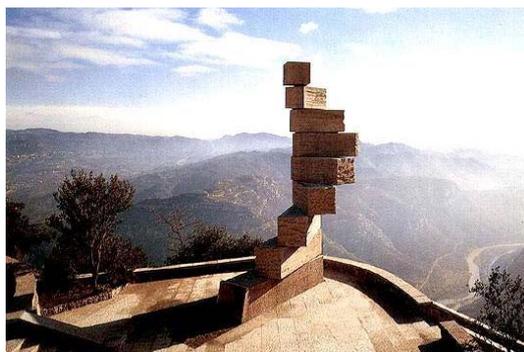
En el caso de esta última escultura, Picasso trabajó conjuntamente con su colega Carl Nesjar (Larvik, 1920-2001).

“En 1965 el trabajo empezó. Una estructura de metal fue erigida, llena de pequeñas piedras y concreto bombeado desde el fondo. Cuando todo se endureció, el exterior de la estatua fue sand-blasteado, para descubrir las guijas y proveer de texturas al relieve”.⁷⁹

⁷⁹Bell R., *Picasso Chose Kristinehamn*, published Sep 17, 2008, Associated Content, Inc., [En línea] disponible en: <http://www.associatedcontent.com/article/1027432/picasso_chose_kristinehamn.html?cat=16>.

Esto significa un profundo conocimiento experimental del manejo del concreto con fines plásticos tanto de Picasso, como de Nesjar en su participación conjunta.

Otro escultor que empleó de manera notable el concreto en la realización de sus esculturas, fue Josep Maria Subirachs (Barcelona, España, 1927), también español, nacido en Barcelona, desarrolló trabajos muy importantes en concreto durante la segunda mitad del siglo XX.



**Lámina 48. Josep Maria Subirachs,
“Monumento a Ramon Llull”
(9.5mts. de alto aprox., 1976, concreto reforzado, Montserrat).**

Este escultor español fue invitado a participar en el proyecto escultórico de la Ruta de la Amistad con motivo de la realización de los juegos olímpicos en México`68 para elaborar una escultura de la ruta, la correspondiente a la Estación N° 11, “MEXICO”, elaborada de concreto reforzado y ferrocemento tal como el resto de las esculturas de todo el proyecto y que a continuación muestro.



**Lámina 49. Josep María Subirachs
Estación 11 “Mexico”
(10mts. de alto, 1968, concreto reforzado y ferrocemento, Ciudad de México).**

[Consulta 27 Diciembre 2008]. “” In 1965 work began. A steel frame was erected, filled with small stones and concrete pumped in from the bottom. When all was hardened, the exterior of the statue was sand-blasted to reveal the pebbles to provide the relief patterns”.

Y en ocasión de esta cita, nuevamente con referencia a México, el proyecto de la Ruta de la Amistad, fue un proyecto de gran trascendencia para el país, tanto para la plástica escultórica como para la difusión del concreto como un material muy versátil y eficaz para realizar prácticamente cualquier propuesta escultórica en formato monumental.

Es de conocimiento público la exhibición que a lo largo del periférico sur de la Ciudad de México se puede apreciar de las 19 esculturas de concreto que ordenadas por estaciones, constituyen lo que se conoce desde 1968, como “La Ruta de la Amistad”, realizada para conmemorar los juegos olímpicos de México`68, además de tres esculturas realizadas por tres invitados especiales y con diferente ubicación en otros espacios importantes durante las olimpiadas; basado totalmente en el artículo escrito por el profesor Raymundo Ángel Fernández Contreras, arquitecto e historiador de arte, profesor investigador de la Facultad de Estudios Superiores de Acatlán, sobre “La Ruta de la Amistad”,⁸⁰ se resume después de leer el artículo, que

“La ruta de la amistad” fue una versión especial de lo que en los años cincuentas interesó a los escultores urbanos respecto a llevar el arte a las pistas y carreteras llamado Camino Artístico. En base al urbanismo moderno de la Ciudad Capital. Que la ruta, fue el resultado de intereses comunes en los planes del arquitecto Pedro Ramírez Vázquez, presidente del comité organizador de los juegos olímpicos, y el artista Mathías Goeritz. Ramírez Vázquez, quiso integrar escultura y arquitectura al interior de la villa olímpica, como un factor cultural dentro de las actividades olímpicas. Goeritz aprovechó la oportunidad de ser nombrado consultor artístico del comité olímpico, para convocar un simposio internacional con el apoyo de la Federación Internacional de Escultores (FISE), para poder concretar ideas que por veinte años habían estado contempladas en la mente de un grupo de escultores y por fin hacerlas realidad. Para evitar un lenguaje formal asociado a las representaciones que fueran ajenas al espíritu apolítico de los juegos olímpicos, el comité organizador de los juegos olímpicos determinó que todas las obras fueran realizadas en arte abstracto, arte público autorizado en México, por primera vez diferente al estilo del muralismo revolucionario de 1910... Raymundo Ángel Fernández Contreras, también menciona en este artículo, que la idea precedente a la de la Ruta de la Amistad, proviene de la idea del escultor judío alemán, Otto Freundlich, de crear un sistema internacional de carreteras ornamentadas con arte, a lo largo de dos ejes perpendiculares que cruzaran Europa, proyecto que fue replanteado hasta 1959 en un Simposio que le diera al proyecto el nombre de “La

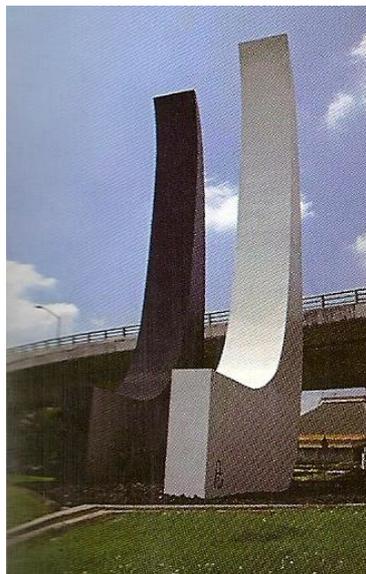
⁸⁰ Raymundo Ángel Fernández Contreras, “The Route of Friendship a Testimony to México City’s Aesthetic Modernity”, *Voices of México*, Issue 82 May- August 2008, p. 33-43.

Ruta de las Artes”, que atrajo a varios escultores, entre ellos a Henry Moore, quién viajó antes por varios países para participar en encuentros que promovieran la construcción de este ideal compartido.

El renombrado escultor francés Friederich Czagan quien organizó un simposio como presidente de la FISE, fue reconocido como el principal promotor de esa idea.

Goeritz asistió a muchos simposios, conociendo a Czagan y familiarizándose con las ideas de su grupo. Para 1966 Czagan fue invitado a México, para que diera su opinión y aportara ideas relativas al proyecto con motivo de las olimpiadas, pero la lucha por el liderazgo del proyecto, culminó con la salida de Czagan y de los escultores que lo apoyaban, lo que explica la ausencia de Moore. Finalmente tras diversas propuestas sobre el número de obras y el espacio destinado, en Julio de 1967, el presidente de México, autorizó la realización de lo que se convirtió en la “Ruta de la Amistad” desde la fuente de petróleos, hasta el estadio azteca, todo esto conforme a la interpretación de este excelente artículo escrito por Raymundo Ángel Fernández Contreras.⁸¹

Y seguido del apoyo en el artículo anterior, el proyecto final tal como se conoce en la actualidad es conformado por las siguientes esculturas, todas ellas realizadas en concreto reforzado y ferrocemento, excepto por dos de los tres invitados, la de Alexander Calder, la cual es de acero policromado, y la de Germán Cueto, que es de bronce pero que aun así se presentan en las siguientes láminas a fin de mostrar completo el concepto de “La Ruta de la Amistad”:



**Lámina 50. Ángela Gurría (Ciudad de México, 1929)
Estación 1 “Señales”
(18mts. de alto, 1968, concreto reforzado y ferrocemento, Ciudad de México).**

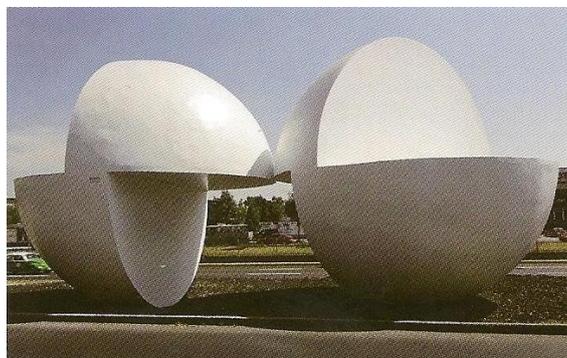
⁸¹ Ibid. p. 33-43.



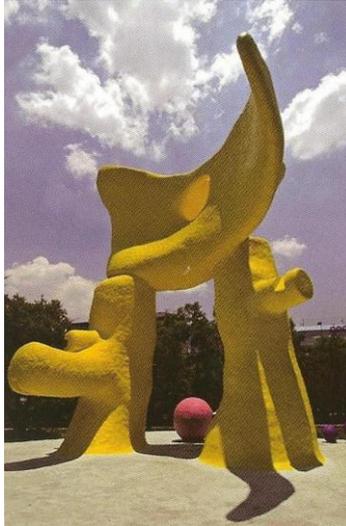
**Lámina 51. Willi Gutmann, (Diesdorf, Suiza, 1927)
Estación 2, “El Ancla”
(7.5mts. de alto, 1968, concreto reforzado y ferrocemento, Ciudad de México).**



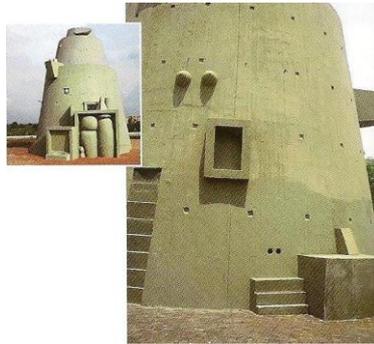
**Lámina 52. Miroslav Chlupac (Benesov, Checoslovaquia, 1920)
Estación 3, “Las Tres Gracias”
(10mts. de alto, 1968, concreto reforzado y ferrocemento, Ciudad de México).**



**Lámina 53. Kioshi Takahashi (Niita, Japón, 1925-1996)
Estación 4, “Esferas”
(7mts. de alto, 1968, concreto reforzado y ferrocemento, Ciudad de México).**



**Lámina 54. Pierre Szekeli, (Budapest, 1923-2001)
Estación 5, “El Sol Bípido”
(13mts. de alto, 1968, concreto reforzado y ferrocemento, Ciudad de México).**



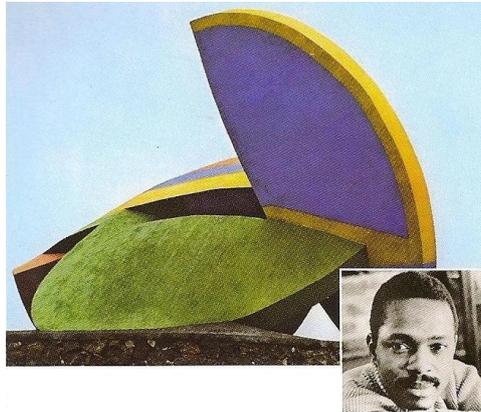
**Lámina 55. Gonzalo Fonseca, (Montevideo, Uruguay, 1922-1997)
Estación 6, “Torre de los Vientos”
(10mts. de alto, 1968, concreto reforzado y ferrocemento, Ciudad de México).**



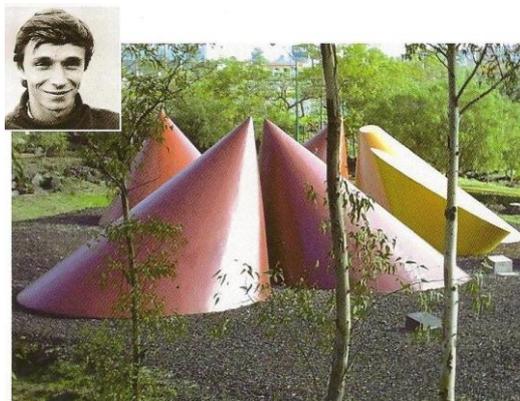
**Lámina 56. Constantino Nivola, (Cerdeña, 1911-1988)
Estación 7, “Hombre de Paz”
(12mts. de alto, 1968, concreto reforzado y ferrocemento, Ciudad de México).**



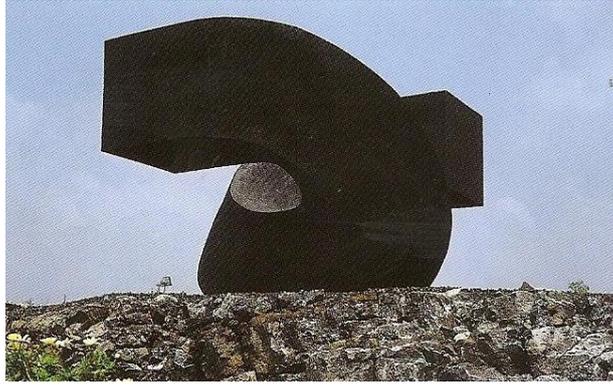
**Lámina 57. Jaques Moeschal, (Uccie, Bélgica, 1913-2005)
Estación 8, “Sin título”
(22mts. de alto, 1968, concreto reforzado y ferrocemento, Ciudad de México).**



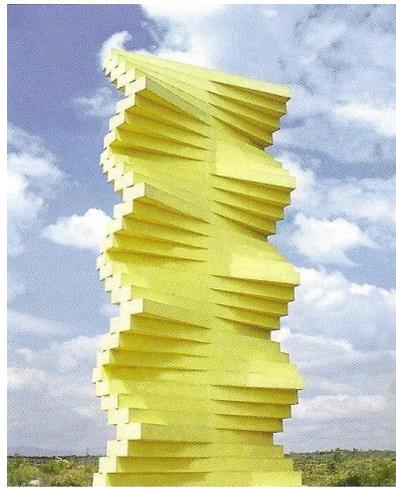
**Lámina 58. Todd Williams, (Savannah, Estados Unidos, 1939)
Estación 9, “La Rueda Mágica”
(7mts. de alto, 1968, concreto reforzado y ferrocemento, Ciudad de México).**



**Lámina 59. Grzegorz Kowalski, (Varsavia, 1942)
Estación 10, “Reloj Solar”
(3.5mts. de alto, 1968, concreto reforzado y ferrocemento, Ciudad de México).**



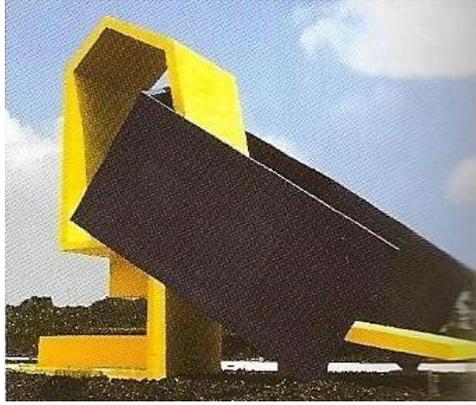
**Lámina 60. Clement Meadmore, (Melbourne, Australia, 1929-2005)
Estación 12, “Sin título”
(6mts. de alto, 1968, concreto reforzado y ferrocemento, Ciudad de México).**



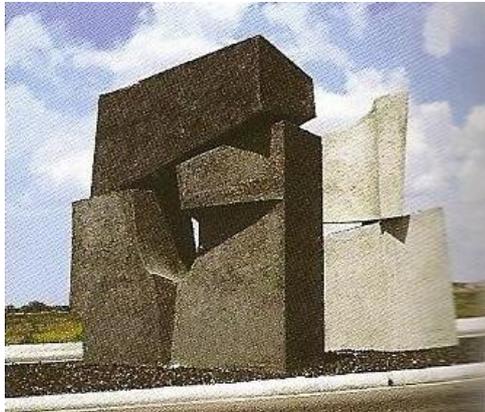
**Lámina 61. Hebert Bayer, (Haag, Austria, 1900-1985)
Estación 13, “Muro Articulado”
(15mts. de alto, 1968, concreto reforzado y ferrocemento, Ciudad de México).**



**Lámina 62. Joop j. Beljon, (Harleem, Holanda, 1922-2002)
Estación 14, “Tertulia de Gigantes”
(7.8mts. de alto, 1968, concreto reforzado y ferrocemento, Ciudad de México).**



**Lámina 63. Itzhak Danzinger, (Berlin, 1916-1977)
Estación 15, “Puerta de Paz”
(6.5mts. de alto, 1968, concreto reforzado y ferrocemento, Ciudad de México).**



**Lámina 64. Oliver Seguin, (Montreuil-sur-Mer., Francia, 1927)
Estación 16, “Sin título”
(5.5mts. de alto, 1968, concreto reforzado y ferrocemento, Ciudad de México).**



**Lámina 65. Mohamed Melehi, (Asilah, Marruecos, 1936)
Estación 17, “Dulce Africano Roscado”
(12mts. de alto, 1968, concreto reforzado y ferrocemento, Ciudad de México).**



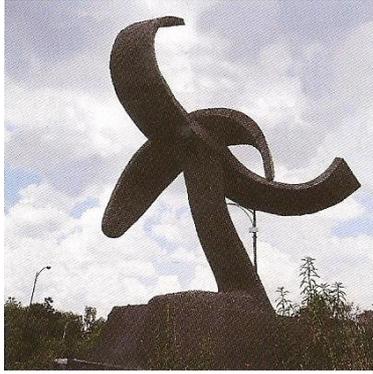
**Lámina 66. Jorge Dubón, (Chiapas, México, 1936-2005)
Estación 18, “Sin título”
(5.8mts. de alto, 1968, concreto reforzado y ferrocemento, Ciudad de México).**



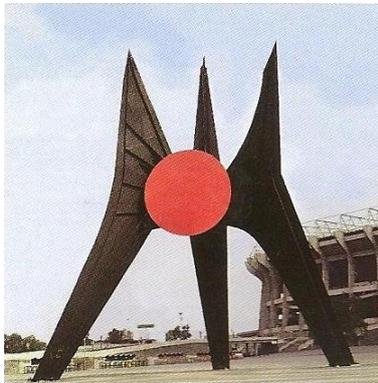
**Lámina 67. Helen Escobedo, (Ciudad de México, 1934)
Estación 19, “Puerta al Viento”
(13mts. de alto, 1968, concreto reforzado y ferrocemento, Ciudad de México).**



**Lámina 68. Mathias Goeritz, (Danzig, 1915-1990) invitado
“La Osa Mayor”
(15mts. de alto, 1968, concreto reforzado y ferrocemento, Ciudad de México).**



**Lámina 69. Germán Cueto, (Ciudad de México, 1893-1975) invitado
“Hombre Corriendo”
(6mts de alto, 1968, bronce, Ciudad de México).**



**Lámina 70. Alexander Calder, (Lawnton, Estados Unidos 1898-1976) invitado
“Sol Rojo”
(23mts. de alto, 1968, acero policromado, Ciudad de México).**

Es ineludible la mención del espacio escultórico y algunas obras del paseo escultórico y también de otras obras realizadas en la Universidad Nacional Autónoma de México como aportaciones plásticas del uso del ferrocemento y el concreto reforzado en nuestro país.



**Lámina 71. Espacio Escultórico
(120mts. Diámetro exterior, 4mts. De alto, 1979, concreto reforzado y ferrocemento,
Ciudad de México).**

Apoyado en la obra de Juan B. Artigas, “UNAM México, guía de sitios y espacios”, se refieren además dos de sus citas:

“El espacio escultórico fue inventado por los mismos seis escultores que crearon el Paseo Escultórico, aunque esta vez laboraron en grupo.”⁸²

Y además toda esta obra está realizada a base de concreto reforzado.

Los autores de este espacio, fueron Manuel Felguérez, (Zacatecas, 1928) Hersúa, (Ciudad Obregón, 1940) Helen Escobedo, (Ciudad de México, 1934) Sebastián, (Ciudad Camargo, 1947) Federico Silva, (Ciudad de México, 1953) y Mathias Goeritz (Danzig, 1915-1990). De estos seis escultores, también algunos realizaron obras en ferrocemento o concreto reforzado en el Paseo Escultórico, “Ave dos de Hersúa, realizada en ferrocemento pintado”⁸³, Ocho conejo de Federico Silva también de concreto reforzado, etc.

Recurriendo a un artículo escrito por Enrique Chao titulado “La Escultura y la Dimensión del Concreto”, se nombrarán algunos escultores mexicanos que este autor menciona en el artículo pues parece que para los fines de este repaso, basta con reconocer en ellos el interés y experimentación que dedicaron al concreto reforzado o al ferrocemento en algún momento de su vida artística plasmados en algunas de sus obras en nuestro país.

“Cueto... nunca abandonó sus experimentos de texturas y materiales, incluido el cemento y el concreto”.⁸⁴

“Manuel Felguérez... en el deportivo Bahía, realiza un mural recamado con conchas de ostión, abulón y madre perla sobre concreto”.⁸⁵

“Silva crea monolitos, figuras y serpientes pétreas que anuda a los edificios, jardines y espacios públicos”.⁸⁶ Aunque en el caso de este último autor, Federico Silva, este autor debe comentar algo más, en el libro titulado “La escultura y otros menesteres”, escrito por él, y publicado por la Universidad Nacional Autónoma de México, Federico Silva aporta parte de su experiencia en el uso del concreto armado, al escribir lo siguiente:

“Para colar en concreto lo primero que se hace es una cimbra que es el equivalente a un molde, sólo que esta se construye de madera, dentro de la cual se arma una

⁸² Artigas J., *UNAM MÉXICO, Guía de sitios y espacios*, Primera edición, México, Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial, UNAM., 2006, p. 183.

⁸³ Artigas, op. cit. p.165, 168.

⁸⁴ Chao, Enrique. **La escultura y la dimensión del concreto** .- En: **Construcción y tecnología** , vol. 16, núm. 176 (enero 2003) p. 25.

⁸⁵ Chao, op. cit. p.26.

⁸⁶ Chao, op. cit. p.26.

estructura de varillas y alambón, La mezcla que se elija de acuerdo con el acabado que se desee será vaciada dentro de la cimbra.

La mezcla o revoltura se hace en las proporciones que describo a continuación y que corresponde a algunas obras hechas por mí:

Granzón, 1 bote

Arena cernida, ½ bota

Grano fino de mármol, ½ bote

Color, 1 kilo

Cemento, 1 bote...⁸⁷



**Lámina 72. Federico Silva
“Rupestre”
(2.2 X 2.2 X .3mts., 1990, concreto reforzado, San Luis Potosí).**

Este proceso es similar al utilizado por Eduardo Chillida y sus encofrados o moldes, o inclusive por Pablo Picasso en obras citadas anteriormente y también por Lorado Taft sesenta años antes desde inicios del siglo XX, en donde la cimbra o encofrado como se conoce en España, debe reforzarse bien para soportar la presión del concreto al ser colado.

Para el interés que el autor de esta investigación tiene en particular de resaltar el valor del concreto reforzado y el ferrocemento al ser utilizados como materiales plásticos y declararlo abierta y enfáticamente, causa extrañeza que en la presentación de las obras de Silva prevalezca una parte en donde pareciera que él mismo intencionalmente quiere ocultar la verdadera materia prima con la que creó sus obras, el concreto armado, y esto debido a que en visita al museo Federico Silva en San Luis Potosí, fue posible observar obras que antes el autor sólo conocía por catálogo y como en la mayoría de sus obras no se menciona el concreto armado, sino que dice “Piedra Tlalmimilolpa” o “Piedra Xaltocan”, o “Piedra Recinto” seguido del título de la pieza, se esperaba encontrar piedras labradas por herramienta pues las fotografías ciertamente engañan la vista y hacen que algunos detalles no puedan percibirse, en cambio

⁸⁷ Silva F., “*La Escultura y otros menesteres*”, UNAM., 1987, p.140.

solamente en la obra llamada “Tlaloque nocturno” fue encontrada la mención directa “Concreto armado policromado” aun cuando al hacer un análisis en vivo de todas las obras, sea cual fuere el dato en la cédula, se pudo descubrir inequívocamente que se siguió el mismo procedimiento utilizando concreto armado, tan sólo variando las cargas o agregados pétreos, el colorante para concreto y la forma del molde.

Por lo que en general aun cuando Federico Silva fue quién más obras realizó en México en concreto reforzado, no obstante queda manifiesto que no le dio el renombre que merecería el concreto reforzado como se puede evidenciar en las cédulas de sus obras, y lo que realizó fue elaborado bajo un mismo sistema que repitió en la casi totalidad de sus obras, esto es, diseñar una pieza, mandar elaborar el encofrado, cimbra o molde de cortes de madera, reforzar, hacer la revoltura de concreto con agregados diferentes, colar y descascarar con herramienta para que a propósito quedaran huellas que dieran la apariencia de una piedra labrada y no de concreto colado...

Volviendo al repaso de otras obras en otras partes del mundo también consideradas importantes de mencionar en este breve repaso, está el “Memorial a los judíos asesinados de Europa” durante la 2ª guerra mundial en Berlín, Alemania.



Lámina 73. Memorial to the murdered jews of europe
(19,000 mts². X .2 a 4.8 mts. De alto., 2005, concreto reforzado, Berlin).

“Diseñado por Peter Eisenman (New Jersey, Estados Unidos, 1932) y el Buro Happold, 19,000 metros cuadrados, cubierto con 2711 losas de concreto”.⁸⁸

Otro memorial en recuerdo de los muertos causados por la bomba atómica lanzada contra Japón también durante la segunda guerra mundial en Hiroshima, es el Memorial Cenotaph, realizado conforme al modelo del japonés Kenzo Tange (Osaka,

⁸⁸ www.war-memorial.net/mem_det.asp?ID=104

Japón, 1913-2005), amigo de Isamu Noguchi, a quién se le rechazó su modelo por ser “Norteamericano”... No obstante Tange lo realizó con leves variaciones al propuesto por Noguchi, su amigo, y lo culminó en 1952.⁸⁹



**Lámina 74. Memorial Cenotaph
(1952, concreto reforzado, Iroshima).**

Paradójicamente Noguchi jamás pensó que al realizar el trabajo esculto-pictórico en el mercado Abelardo Rodríguez en México once años antes de que fuera lanzada la bomba atómica sobre Hiroshima en particular por el detalle que se reproduce en la siguiente lámina, sería una profecía partiendo de su grabado de $E=mc^2$ que en efecto se consumó, y acabó con muchas vidas evocadas por el cadáver yacente bajo la fatídica inscripción de la fórmula de la conservación de la energía y de la materia enunciada por Albert Einstein, y que de paso este autor menciona que fue la misma que lo motivó como tema central de la serie escultórica como propuesta de el presente trabajo de la línea infinita en los cinco elementos por su transmutabilidad.



Lámina 75. Isamu Noguchi, detalle del mural

⁸⁹ chugoku-np.co.jp/hiroshima-koku/en/.../index_20080225.html, “Apparently, the committee charged with the reconstruction plans for the city opposed Mr. Noguchi's participation. They felt that the Cenotaph should not be designed by someone from the country that dropped the bomb. Mr. Noguchi reacted to this decision by saying, "It's hard to understand why my work is being rejected just because I'm a foreigner." After that, Mr. Tange took over the design for the Cenotaph.”

“History México”.

Nuevamente al encontrar a Noguchi en este breve repaso, se muestran imágenes del Moerenuma Park, ubicado en Higashi-ku, Sapporo, Japón., diseñado y realizado por el escultor finalmente reconocido en Japón como japonés-norteamericano Isamu Noguchi, esta se puede considerar su obra póstuma, pues la concibió en 1988, y aunque murió meses después, la obra finalmente fue realizada conforme a su plan y terminada en 2005.⁹⁰

Los elementos escultóricos a lo largo del parque están en su mayoría realizados de concreto reforzado.



**Lámina 76. Isamu Noguchi, “Moerenuma Park“
(71.2 Hectáreas, 2005, concreto reforzado, Higashi-ku, Japón).**



Lámina 77. Isamu Noguchi.

Y para concluir con este breve repaso histórico del uso del concreto reforzado y del ferrocemento en la escultura del siglo XX, parece importante citar la parte en la que la escultura y la arquitectura se entrelazan como conceptos que buscan entre sí las tenues diferencias o las grandes coincidencias, todo ello como posibilidades en torno al concreto reforzado y al ferrocemento.

⁹⁰ www.sapporo-park.or.jp/moere/english.php

Le Corbusier, (La Chaux-de-Fonds, Suiza, 1887-1965) destacado arquitecto francés de la primera mitad del siglo XX, también contribuyó con grandes aportaciones, al hacer coincidir lo novedoso de la forma a la vez que cumple con la utilidad y función de la construcción, originando la alternativa apariencia entre lo escultórico y lo arquitectónico, o bien, hacer esculturas que pueden habitarse u ocuparse por ser hechas de concreto reforzado, tal y como se observa en los siguientes autores.



**Lámina 78. Le Corbusier,
“Notre Dame du Haut, or Ronchamp“
(1954, concreto reforzado, Ronchamp, Francia).**

Frank Gehry, (Toronto, Canadá, 1929) arquitecto canadiense destacado desde la segunda mitad del siglo XX e inicios del XXI, le da un toque escultórico a sus edificios al romper los esquemas planos tradicionales en sus construcciones.



**Lámina 79. Frank Gehry, “The Gehry Tower in Hannover”
(9 pisos, 2001, acero inoxidable y ferroconcreto, Hannover).**

Santiago Calatrava, (Benimámet, España, 1951) nacido en Valencia España, desarrolló notables proyectos arquitectónicos en todo el mundo desde la segunda mitad del siglo XX y hasta la fecha, en él la arquitectura toma matices a la vez de escultura moderna.

Quede para la reflexión, hasta donde la escultura estará asociada a la arquitectura y a la ingeniería, de manera que si se quisiera separarlas fuera como mutilar un organismo que requiere de las tres para existir.

Las siguiente imagen pertenece a una obra de Santiago Calatrava donde el concreto reforzado es utilizado parcial o totalmente en el proyecto, pero definiendo estructuras que conjugan la estabilidad estructural con la plástica.



Lámina 80. Santiago Calatrava
“Palacio de arte Doña Sofía, ópera”
(2007, concreto reforzado, acero, cristal, madera, Valencia).

Y a propósito para cerrar este repaso en México, en ocasión de haber presentado a Santiago Calatrava, es ineludible lo que este anterior realizó sin reconocer la influencia que en él tuvo Félix Candela, (Madrid, 1910-1997) arquitecto español, refugiado en México, y quién fue notable por sus aportaciones al usar en la arquitectura el conocido “Paraboloide Hiperbólico”, que integra bien la estructura simplificada al conjugar las ventajas del ferrocemento apoyado por el concreto reforzado, y que para no redundar más, se presenta la siguiente lámina conocida mundialmente a propósito de las olimpiadas México’ 68, “El Palacio de los Deportes”.



**Lámina 81. Felix Candela
“El Palacio de los Deportes”
(1968, concreto reforzado y ferrocemento, Ciudad de México).**

CAPÍTULO II

CONTEXTO HISTÓRICO DE LA ESCULTURA FILIFORME Y PARAMETROS DE ESTA PROPUESTA.

1.- Breve repaso histórico de la escultura filiforme del siglo XX.

En el presente capítulo a diferencia del anterior donde sólo se realizó un repaso del uso del concreto reforzado y del ferrocemento en la escultura del siglo XX, en éste se repasarán algunas esculturas realizadas igualmente durante el siglo XX, que tengan por su forma algo en común con las obras de la presente propuesta, siguiendo el modelo metodológico apoyado en el ejemplo de análisis formal-evocativo utilizado por Rosalin Krauss⁹¹ y Rudolph Arnheim⁹².

Para abordar el presente capítulo, se ubicará en primer lugar el concepto “filiforme” a través de las siguientes definiciones conforme a la Real Academia de la Lengua Española; “Filiforme” se define así: “Que tiene forma o apariencia de hilo”.⁹³ “Hilo” a su vez es: “Hebra larga y delgada que se forma retorciendo el lino, lana u otra materia textil”,⁹⁴ “Hebra” se define como: “Filamento de las materias textiles”.⁹⁵ Y por último, “Filamento” se define como “Cuerpo filiforme”.⁹⁶ De tal manera que “Filiforme” es aquello que posee forma o apariencia de hilo, hebra o filamento.

En este tipo de esculturas lo característico es la longitud de la forma o del material empleado, que destaca por encima del espesor pues la línea al igual que el filamento, son formas o siluetas, en las que la dimensión del espesor será despreciable en comparación con la dimensión de su longitud, a lo largo de este breve repaso, se podrán encontrar obras realizadas de madera, bronce, o a base de barras metálicas, tubos, fibras, cuerdas, alambres, e incluso igual que las de la presente propuesta a base de concreto entre otros materiales, que bien pueden tener al menos un punto de referencia con las esculturas de esta propuesta por su apariencia lineal o filiforme en todo o en parte

⁹¹ Krauss, Rosalin E., Pasajes de la escultura moderna, Ediciones Akal, Arte contemporáneo, Madrid, 2002, p. 155-199.

⁹² Arnheim, Rudolph., El poder del centro, Alianza Editorial, Tercera reimpression en Alianza Forma, Madrid, 1998, p.159-177.

⁹³ Real Academia Española, *Diccionario Manual e Ilustrado de la Lengua Española*, Madrid, Espasa-Calpe, S.A., 1979, p. 733.

⁹⁴ Ibid. p.826.

⁹⁵ Ibid. p.813.

⁹⁶ Ibid. p.732.

y permitirán mostrar las esculturas de esta propuesta con una identidad “filiforme” al ser comparadas y relacionadas con el resto de las obras citadas.

En este repaso histórico, se incluyen obras de autores que realizan su trabajo de tal suerte que puede encontrarse en ellas algo “filiforme” ya sea en la totalidad de la obra, o dentro de los componentes o materiales utilizados, y de esa manera presentar el campo al que pertenecen las esculturas de la serie “La Línea Infinita en los cinco elementos”. Durante el presente repaso, en un principio se mostrarán obras con mayor similitud a las de esta propuesta, ya sea por la forma, por la continuidad o por el material, apariencia o textura, y posteriormente se presentarán más obras con elementos filiformes que permitan ilustrar otras variantes del uso del concepto filiforme en la escultura del siglo XX.

Aun cuando el compromiso de este capítulo es realizar un breve repaso histórico de la escultura filiforme del siglo XX, parece sin embargo oportuno mostrar una imagen de una pieza que bien podría parecer una obra de arte contemporáneo con algunos elementos filiformes, pero que sin embargo no es así, ya que se trata de “El arpista de Keros”, con una antigüedad cercana a los cuatro mil años.⁹⁷



Lámina 82.

“El Arpista de Keros”

(22.5cm. de alto, 2000A.C., mármol, Keros, Grecia).

Esta obra resalta la existencia de esculturas con elementos filiformes realizadas ya con mucha anterioridad al siglo XX, y que de suyo el tema daría pie a una investigación muy profunda y completa si se revisara material desde la antigüedad, es

⁹⁷ Storch de Gracia y Asensio, *El Arte Grecia*, Madrid, Brosmec, S.A., 2003, p.71.

por ello que el breve repaso de algunas obras realizadas durante el siglo XX como se mencionó antes, lo que persigue es la comparación y la ubicación de las obras de la presente propuesta al interior de un categoría explorada y experimentada por diversos autores y con diversidad de materiales.

En primer lugar se presenta la obra de Alberto Venegas, (Tlatlauquitepec, México, 1954) cuyas obras son muy semejantes a las de esta propuesta aun cuando Alberto Venegas solamente las refiere como dibujos o “garabatos” tridimensionales, hay que apuntar que igualmente su extensión es “infinita”, continua, sin especificación de inicio o final en la extensión de su forma, aun cuando Venegas no lo comprometa, puesto que un “garabato”, no necesariamente para ser definido así, debe ser ininterrumpido o continuo, es por ello que parece mucho más significativa esta pieza realizada en bronce que se presenta a continuación y que luce una pátina verde claro.



Lámina 83. Alberto Venegas
“Interior de Garabato”
(84 X 35 X 35cm., 2007, bronce).

En el siguiente ejemplo se presenta una obra de Govert Heikoop (Meerkerk, Holanda, 1951-2007), se puede apreciar la continuidad y tal como en el caso de la anterior obra, existe la continuidad de forma, el infinito, la siguiente obra está realizada en madera con esmalte.



Lámina 84. Obra de Govert Heikoop
(1mt. de alto, 2004, madera esmaltada, Amsterdam).

La siguiente obra, en común con las de la presente propuesta, está realizada en concreto reforzado, además de que posee continuidad en su forma, sólo que esta, tiende más a la forma plana del contorno y además cuenta con incrustaciones que interrumpen la textura homogénea como en el caso de las piezas presentadas anteriormente.



Lámina 85. Heather Dadak
“Mobius Ouroborus”
(60cm. de alto, 2007, concreto reforzado).

“En esta pieza se ha usado el cemento de una forma muy original, combinando el polvo de acero inoxidable y creando así una impresión metálica. Combinar azulejos con

cemento es una práctica antigua y muy conocida en la industria de la construcción, y en la creación de imágenes con mosaico”.⁹⁸



Lámina 86. Jesus Bautista Moroles realizando talla de granito.

Se puede encontrar mucha similitud entre estas obras de Bautista Moroles (Corpus Christi, Texas, 1950) con las de esta propuesta a partir de la silueta filiforme a base de materiales pétreos, y también de la forma ondulada, aun cuando esta obra no ofrece continuidad, por su forma y textura también tiene coincidencias con la propia aquí presentada.



**Lámina 87. Jesus Bautista Moroles
“Granite Gardens”**

(2mts. de alto, 1988, granito tallado, Birmingham Botanical Gardens).

⁹⁸ Plowman J., *Directorio de escultura*, Barcelona, Ed. Acanto, 2007, p. 244.



Lámina 88. Andy Goldsworthy.
“Ice Spiral: Treesoul”
(1.5mt., s/f, hielo).

Esta obra de Goldsworthy, (Cheshire, Inglaterra, 1956) filiforme por excelencia, fue elaborada en hielo y ofrece la continuidad conforme avanza su espiral aun cuando va de más a menos en espesor hasta terminar en punta o pico.



Lámina 89. Rodrigo Arenas Betancourt
“Monumento a la Vida”
(14mts. de alto, 1974, fibra de vidrio y acero, Medellín).

Esta obra de Arenas Betancourt, (Antioquía, 1919-1995) también da referencias de las obras que se presentan en esta propuesta, aunque con mayor similitud al caso de

las obras de Bautista Moroles, pero con mucho mayor vigor y movimiento aparente gracias a su curvatura e inclinación.

Las siguientes obras de Tony Cragg, (Liverpool, 1949) tienen una apariencia filiforme a la distancia, pero de cerca poseen una textura orgánica con la que el autor las hace distintivas.



Lámina 90. Tony Cragg
“Point of View”
(12mts. de alto, 2006, bronce, Turín).



Lámina 91. Dan Murphy
“Helix Sculpture”
(90cm. de alto, s/f, latón).

Esta obra de Dan Murphy (Chicago, 1942) utiliza la cinta de metal para obtener curvaturas en perfecto equilibrio, asemeja a las de esta propuesta en la silueta, aun cuando el material las hace ser muy diferentes en textura.



Lámina 92. Machú HARRAS
“Cepa 1”
(1.9mts. de alto, s/f, bronce, Málaga).

En esta obra de Machú HARRAS, (Málaga, 1948) los elementos tubulares dan textura y forma general a la obra y como puede apreciarse cada obra que se va presentando, juega con lo filiforme alejándose más de la similitud con las obras de la propia propuesta.

Por su parte, Shafiqul Kabir, (Bangladesh, s/f) escultor hindú, ha desarrollado esculturas a base de cuerda o más propiamente dicho a base de “soga”, la cual es la materia prima de naturaleza filiforme que el artista utiliza para la creación de su obra.



Lámina 93.
Shafiqul Kabir “Fiber Sculpture”
(21 X 127 X 26cm., 2002, algodón y yute).

Dan Zaretsky, (Israel, 1938) es un escultor israelí, que ha logrado esculturas lineales como el mismo las define, evocando lo figurativo a través de una concepción lineal de las formas, en donde los elementos lineales son conformados a base de barras de bronce.

En este caso lo lineal es sinónimo de filiforme.

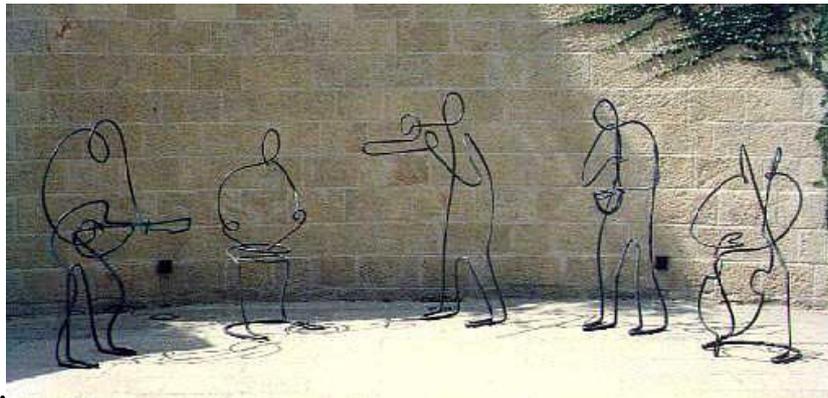


Lámina 94. Dan Zaretsky
“Cinco Músicos”
(2mts. de alto, s/f, metal, Ein-Hod).

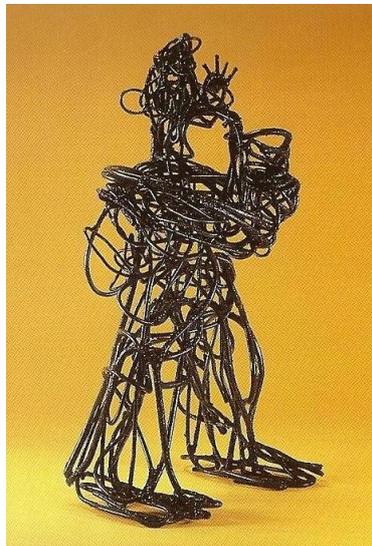


Lámina 95. Jazzamoart
Bebopera Garabato II
(70 X 37 X 33cm., 2002, metal).

Jazzamoart, Francisco Javier Vázquez (Irapuato, 1951) se puede comparar a Zaretsky, sólo que este último refuerza con más torceduras de filamentos sus siluetas, sus formas son más complejas.

Alberto Giacometti, (Borgonovo, Suiza, 1901-1966) hacia mediados del siglo XX, realizó una serie basta de obras en donde con un toque “primitivo” los elementos figurativos fueron combinados con la linealidad de las formas, los elementos “filiformes” equiparan las extremidades, la estructura ósea, la silueta de las figuras.



Lámina 96. Alberto Giacometti
“Hombre Caminando”
(183cm. de alto, 1961, bronce, Pittsburgh).

Louise Bourgeois, (París, 1911-2010) realizó la siguiente obra en bronce con elementos filiformes igualmente relacionados a lo figurativo y en este caso particular a lo orgánico, se trata de una araña.



Lámina 97. Louise Bourgeois
“Maman”
(9mts. de alto, 1999, bronce, Guggenheim Museum in Bilbao).

A continuación un ejemplo del escultor mexicano Pedro Cervantes (Ciudad de México, 1933).

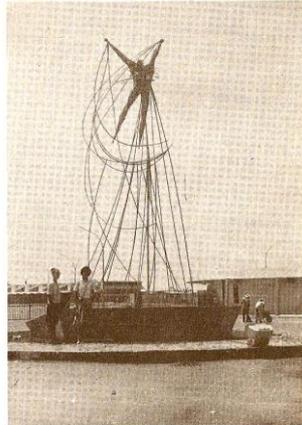


Lámina 98. Pedro Cervantes
“El Hombre y la Pesca” (Prometeo)
(8mts. de alto, 1964, bronce soldado, Alvarado).

También con elementos filiformes, realizó esta obra arriba, la cual muestra una figura humana, sostenida por diferentes elementos filiformes que la componen de “Bronce y latón forjado, 8 metros de alto. Alvarado Veracruz”.⁹⁹

Germán Cueto, (Ciudad de México, 1893-1975) también en México, desde los años veinte desarrolló diversas obras incursionando en múltiples estilos y formas, y entre sus obras presento esta con elementos filiformes.



Lámina 99. Germán Cueto “Autorretrato”
(46 x 27 x 28cm., s/f, bronce, Colección particular).

⁹⁹ Tibol, R., *Pedro Cervantes*, primera edición, México, SEP, 1974, p.101.



Lámina 100. Matthias Goeritz Brunner
Modelo de la serpiente de “El Eco”
(28 X 61 X 36cm., 1952, madera laqueada, Ciudad de México).

Goeritz también incursionó en el terreno de lo filiforme como en el caso de esta obra que con trazos rectos, en suma ofrece una apariencia ligera y apreciada a la distancia, filiforme.

Otra pieza similar en cuanto al manejo de elementos filiformes es la que se presenta de Anthony Caro (Surrey, Inglaterra, 1924).



Lámina 101. Antony Caro
“Writing Piece Well”
(50.8 X 59.1 X 14cm., 1979, acero).

La siguiente imagen corresponde a la obra del escultor norteamericano David Smith, (Illinois, 1906) realizada en acero, esta pieza considero tiene muchas similitudes con la anterior.

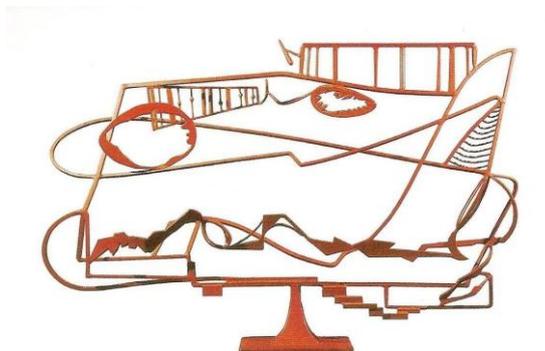


Lámina 102. David Smith, “Paisaje del Río Hudson” (125.7 X 190.5 X 42.5cm., 1951, acero soldado laqueado y acero inoxidable, Whitney Museum of American Art, New York).



**Lámina 103. Julio Gonzalez,
“El Pelo”
(1.2mts., s/f, metal).**

Julio González, (Barcelona, 1876-1942) contribuyó a la plástica filiforme no sólo con sus obras, sino también al concebir tal como lo dice el mismo en una carta escrita a Pablo Picasso:

“refiriéndose a ese nuevo lenguaje escultórico, como “Dibujando en el Espacio”. Usando simples líneas de barras de acero, componiendo esculturas en las cuales, la silueta, el movimiento, y posición de las figuras en el espacio, transmiten mucho significado y emoción al espectador”.¹⁰⁰

¹⁰⁰ “... Referred to this new sculptural language as “drawing in space.” Using simple rod iron lines he composed sculptures in which gesture, movement and the position of the figures in space conveyed meaning and emotion to the viewer”. [En línea] disponible en:
< http://www.usc.edu/org/fishergallery/exhibitions_juliogonzalez.shtml >, [Consulta 2 Julio 2008].

A propósito del fragmento de la carta arriba citada, se presenta en seguida una obra de Pablo Picasso, donde se pueden observar elementos filiformes, pero rectos sobretodo en contraste con uno circular y con la esfera que corona la pieza.



Lámina 104. Pablo Picasso

“Figura”

(37.5 X 10 X 19.6cm., 1928, lámina metálica y alambre, Museo Nacional de Arte Moderno, París).



Lámina 105. Salvador Manzano

(Ciudad de México, 1952) “Estrella Variante I”

(50 X 50 X 50cm., 1982, lámina de acero soldada y pintada, colección Salvador Manzano).

Esta última obra al igual que la de Dan Murphy, se vale de la “cinta” de metal para dar estabilidad y ligereza a la vez a la obra, lo filiforme prevalece aun cuando es la cinta la que compone la forma.



Lámina 106. Bernar Venet
“Indeterminate Line”
(250 X 350 X 180cm., 1994, acero rolado, Instalación en París Francia).

Venet (Château-Arnoux, Francia, 1941) crea con el espiral la forma en sus obras, lo filiforme en este caso bien puede evocar un “resorte”.



Lámina 107. Eduardo Chillida
“Peine de los Vientos”
(1976, acero, San Sebastián).

Chillida también explora los elementos filiformes en la escultura, como en este caso, donde el marco y la base, es la misma naturaleza.



Lámina 108. Valdimir Tatlin
“Model of the Monument to the Third International”
(400mts., 1919, hierro y acero, San Petersburgo,).
Nunca realizada.

Esta obra de Tatlin, (Ucrania, 1885-1953) aun siendo solamente un modelo, ya muestra los frutos del valor artístico al combinar elementos filiformes tanto en curvas como en línea recta.



Lámina 109. Naum Gabo, (1890-1977)
“Linear Construction N°4”
(63.5 cm. de alto, 1962, bronce, acero inoxidable y cuerdas de piano, Obsequio a Hawkins Ferry).

En esta última obra se pueden ver elementos filiformes mucho más finos, (cuerdas de piano), pero a la vez, la estructura esbelta ofrece una alternativa que permite conjuntar planos en el espacio, y ser unidos por las propias cuerdas en un juego continuo.

La siguiente obra de Pablo Kubli, (Ciudad de México, 1955) titulada “Divisiones”, ofrece al espectador el uso contrastante entre planos a base de placas de aluminio, y los elementos filiformes compuestos de tornillos, esta obra plantea un caso extremo en el uso de lo que para el interés de este capítulo es lo filiforme, ya que los planos que existen a cada extremo entre los tornillos, pueden tomarse como separados pero también como ligados, por la apariencia filiforme están por su forma recta en un punto de engaño visual que da ambas posibilidades para sentir la obra, de hecho se puede decir que la ausencia de curvatura implica que existe una relación mecánica insoslayable entre planos y tornillos, ya sea de tensión o de compresión.



Lámina 110. Pablo Kubli

“Divisiones”

(122 X 185 X 15cm., 1990, Aluminio, tuercas y tornillos, Colección del autor).



Lámina 111. Jesús Soto, (Ciudad Bolívar, 1923-2005) “Los Penetrables”

(14 A 18mts. de alto, 1983, barras de acero, Cubo Negro en la Ciudad de Caracas).

Esta obra de Soto en contraste con la de Pablo Kubli, cuenta con elementos filiformes verticales, la anterior cuenta con elementos filiformes horizontales, y además esta cuenta con tales elementos de longitudes variables y solamente fijos por la parte superior, en cambio la obra anterior son cortos y fijos por ambos extremos, ésta genera un conjunto filiforme con tensión lineal vertical, debida a la rectitud de los tubulares, así como a la disposición en caída por efecto de la gravedad, y crea estas cortinas penetrables por el espectador, de ahí su nombre, y como se puede apreciar, la manera como se utiliza lo “filiforme” ya en estas últimas obras, permite comprender el abanico creativo bajo el cual puede valerse una obra para lucir y generar formas y sensaciones al contar con el concepto filiforme como una opción estética.

2.- Técnica de elaboración de esculturas filiformes en ferrocemento y concreto reforzado en esta propuesta.

Para iniciar con la descripción de la técnica de elaboración, lo primero es construir un boceto tridimensional, ya que al enfrentar el problema espacial, al tratar de realizar esculturas continuas, y filiformes, un dibujo puede limitar los alcances que en la mente ocurren al imaginar una pieza continua y ya terminada, en esta serie, el principal reto es la capacidad de abstracción, la posibilidad de imaginar una escultura como rodeándola, o como si la pieza girara al frente. Es por ello que al tener la concepción de la escultura filiforme como vista en la mente, conviene tomar un alambre galvanizado de 3/16” de un metro de largo aproximadamente, y transportar la idea a manera de boceto tridimensional como arriba se señala, de esa manera, surge una retroalimentación entre lo que se espera en la mente y lo que ahora nos informan nuestros propios sentidos, confirmando o modificando en algo lo que inicialmente fue imaginado. En seguida algunos ejemplos.



Lámina 112. Bocetos tridimensionales 20 a 30 cm.

A continuación se muestra la técnica empleada, acompañada de imágenes que ayudan a ilustrar cada paso.

Se calcula la longitud de los cortes, según la escala de agrandado.

Corte de tramos de barra circular de acero de $\frac{1}{4}$ " para aproximación de estructura de bocetos a la dimensión deseada.



Lámina 113. Corte de barra de acero de $\frac{1}{4}$ ".

La imagen superior muestra la marca que se hace a una barra para indicar el punto de corte a la barra circular de acero de $\frac{1}{4}$ " conocida en el mercado como "alambrón", auxiliado de arco y segueta de diente fino.

Una vez cortada la barra circular de acero de $\frac{1}{4}$ " a la longitud requerida. Se utiliza el apoyo de pies, manos, pinzas y grifa para dar forma.

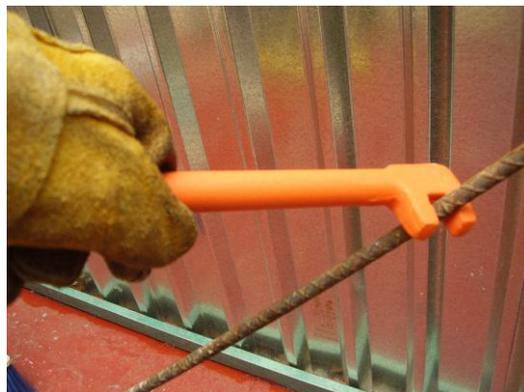


Lámina 114. Doblez de barra de acero corrugada de $\frac{3}{8}$ ".



Lámina 115. Doblez de barra de acero de ¼".



Lámina 116. Doblez de barra de acero de ¼".



Lámina 117. Doblez de barra de acero corrugada de 3/8".



Lámina 118. Doblez de barra de acero de 1/4".

Se tuerce comparándose después de cada torcedura con el boceto.



Lámina 119. Contorno definido de guía para armado de pieza a escala.

Cada ajuste, requiere, repetir la misma operación con auxilio de grifa.



Lámina 120. Doblez de barra de acero corrugada de 3/8".



Lámina 121. Doblez de barra de acero de ¼”.

Doblez de torsiones más pronunciadas o para ángulos más cerrados con apoyo de tornillo de banco en donde es insuficiente el apoyo de pies y manos.

Hasta lograr la forma aumentada a la escala definida.



Lámina 122. Contorno definido para Armado de pieza a escala.

Posteriormente, se utilizará la barra de acero de ¼” torcida conforme al boceto, como guía para ser seguida de al menos otras dos estructuras similares del mismo calibre.



Lámina 123. Contornos definidos listos para soldarse.

Una vez obtenidas las estructuras, se preparan cortes de alambre recocido en cortes de 3" aprox. Para dar armado similar al de un castillo de construcción.



**Lámina 124. Definición de longitud de refuerzos
Para soldar.**



Lámina 125. Cortes listos para soldar.

Una vez planteada la estructura y soportada desde su parte superior, se procede a definir una estructura, ayudado de alambción de 7cm. de largo para soldar.

Los refuerzos ayudan perfectamente en la mecánica de la estructura.



Lámina 126. Soldado de estructura.

Se soldó la estructura reforzando su base con varilla doblada de $\frac{3}{4}$ ".



Lámina 127. Soldado con refuerzos de barra corrugada a la base.

Se siguió el mismo procedimiento con los demás proyectos.



Lámina 128. Contorno definido de guía para armar nueva estructura.



Lámina 129. Revisión de estructura armada.

Se trabajó hasta obtener estructuras que se pudieran sostener por propia resistencia.



Lámina 130. Refuerzo de soldadura.

Fue importante reforzar con soldadura después de realizar una cuidadosa revisión.



Lámina 131. Forrado de malla de acero.

La malla de acero se aplicó como forro externo a todas las estructuras fijándose mediante grapas o nudos de alambre recocado.



Lámina 132. Forrado con malla en progreso.

Hasta adquirir un aspecto uniforme en todas.



**Lámina 133. Piezas listas para recibir
Cubierta de concreto.**

Y obtener la forma deseada, lo cual constituye de hecho una aplicación a la patente de Joseph Lambot que cité en el primer capítulo:

*“...Moldeo esta malla en forma similar al artículo que quiero crear, después utilizo cemento hidráulico o una brea bituminosa o una mezcla para rellenar las juntas”.*¹⁰¹

Una vez forradas las estructuras se preparó la mezcla para cubrir.

¹⁰¹ Paul, B.K. y Pama, R.P., op.cit. p.23.



Lámina 134. Preparación de revoltura.

Se preparó la mezcla de concreto con una parte de cemento, dos partes de arena y agua suficiente.

Se utilizaron herramientas propias de albañilería para la aplicación del concreto.



Lámina 135. Herramientas para aplicación de concreto.



Lámina 136. Cubriendo de concreto utilizando cuchara de albañil.



Lámina 137. Cubriendo de concreto utilizando guantes.

Hasta cubrir por completo toda el área de las piezas.

Una vez fraguado el concreto, se procedió al curado de las piezas por 7 días.



Lámina 138. Curado de piezas con agua.



Lámina 139. Alisado de piezas con cemento blanco y arena cernida.

Una vez alisadas las piezas con cemento blanco y arena cernida, la textura en cada caso fue lograda utilizando llana dentada, cuchara, cinceles y marro.

Posteriormente se aplicó color a las piezas para obtener finalmente las esculturas que en el capítulo siguiente serán analizadas y que en seguida se muestran acercamientos a su textura y apariencia final.

Terra, pintada con barro rojo y en su base arena sílica.



Lámina 140. Detalle de “Terra”, cubierta con barro rojo.

Aqua, con tinta al alcohol azul cobalto y en su base con grano de mármol gris.



Lámina 141. Detalle de “Aqua”, con azul cobalto.

Aer, cubierto con polvo de alabastro negro y blanco y en su base grano de mármol azulado.



Lámina 142. Detalle de “Aer” cubierta con mezcla de alabastro negro y blanco.

Ignis, con pintura fluorescente, grasa y tezontle rojo en su base.



Lámina 143. Detalle de “Ignis”, rojo fluorescente.

Aither, con pintura dorada, negra y carbón.



Lámina 144. Detalle de “Aither”, con textura y colores dorado y negro.

CAPÍTULO III

“LA LÍNEA INFINITA EN LOS CINCO ELEMENTOS”

Serie de cinco esculturas filiformes en ferrocemento y concreto reforzado como propuesta personal.

1.- Presentación de la serie.

Tras haber experimentado al producir formas plásticas utilizando el ferrocemento y el concreto reforzado como materiales predilectos para elaborar esculturas, habiendo realizado piezas figurativas, orgánicas, geométricas y abstractas entre otras, vaciando el concreto en moldes preparados para recibir la mezcla del mortero, o moldeando piezas de cascarón aligerado obedeciendo la forma de los moldes, y también modelado el concreto directo entre otras variantes, sin olvidar la experimentación con texturas, efectos de acabado, pigmentación o recubrimientos, pero particularmente para una ocasión tan significativa e importante como lo ha sido el estudio de la Maestría en Artes Visuales en el campo de la escultura, este autor ha elegido elaborar una serie de piezas en torno a un tema que desde hace años le ha significado un muy especial interés, el de la conservación tanto de la energía como de la materia.

“La energía no puede crearse ni destruirse; sólo puede transformarse”.¹⁰²

Que es similar al principio de conservación de la masa,

“La masa al igual que la energía, es una propiedad que se conserva, y no se crea ni se destruye... Lo que sí es posible es hacer que la masa m y la energía E se conviertan una en la otra de acuerdo con la famosa fórmula propuesta por Einstein:

$$E=mc^2$$

donde c es la velocidad de la luz”.¹⁰³

Estas conclusiones que revelan la naturaleza infinita del universo a través de la energía y la masa o materia, y que a su vez únicamente pueden ser transformadas ilimitadamente, inspiraron a buscar una representación que pudiera ilustrar estos conceptos, reflexionando que no es simple pretender afirmar que en algún instante las cosas empezaron a existir o que en algún otro instante dejarán de hacerlo, en otras

¹⁰² Cengel, Y. y Boles, M., *Termodinámica*, Primera edición, México, McGraw-Hill Interamericana de México, S.A. de C.V., 1996, p. 92

¹⁰³ *Ibid.* p. 179.

palabras, reflexionando sobre algo que habla de lo infinito, de lo que no tiene principio ni tendrá final, de lo que sigue, de lo que permanece, de lo que siempre ha sido, de lo que jamás dejará de ser, de lo que solamente se transformará.

Al adentrarse el autor en estas reflexiones, encontró un deleite particular en la obra de Empédocles, sin subestimar cualquier otra interpretación del origen de las cosas que por supuesto han tenido numerosos pueblos en los diferentes continentes expresados por las más antiguas culturas, no obstante su preferencia por el pensamiento de Empédocles ha sido una elección de gusto, libre de compromisos regionalistas, patrióticos o culturales, y la ha tomado como una parte de la herencia que le pertenece a la generación actual de la que forma parte, misma que posee el acceso libre a todo el legado del pensamiento universal, sin limitarse a una cultura, a una ideología o a una creencia forzosa anclada o comprometida con la geografía local.

Ese gusto por adentrarse en el contexto de la interpretación del cosmos por los antiguos pensadores griegos, al querer descifrar los misterios, y al querer buscar la explicación de cada enigma de la existencia, pero emprendiendo el camino que los alejaba de lo misterioso o mítico hacia lo racional, fue el que le contagió para que se remontara al tiempo de los pensadores de la antigua Grecia, y en particular de Empédocles, quién enunció su teoría de los cuatro Elementos,

“Gracias a sus logros y, sobretodo, a través de su legendaria muerte en el Etna, Empédocles llevó a cabo algo muy concreto: expresó preocupaciones que no eran sólo suyas y se convirtió en portavoz de las ideas de lo que constituía una red esotérica que se extendía por el sur de Italia y Sicilia y que se fundaba en prácticas de culto y aspiraciones religiosas de primer orden”.¹⁰⁴

La teoría de los cuatro elementos, la tierra, el aire, el agua y el fuego, como una teoría que influyó notablemente en el pensamiento y la concepción del universo por el hombre desde que fue enunciada, y además de un misterioso quinto elemento “Aither” o “Éter”,

“Empédocles de Agrigento distinguió cuatro elementos: fuego, agua, aither, tierra; los causan el amor y el odio. Empédocles afirmó que aither se separó de la mezcla

¹⁰⁴ Kingsley P., Op.cit. p.59.

original de esos cuatro elementos y se expandió en círculos. A continuación, después de que el fuego escapara...”.¹⁰⁵

“Que se llama espíritu de la tierra, espíritu mercurial, éter o quintaesencia”.¹⁰⁶

Fue así que encontró la tan buscada asociación para elegir el tema de una serie de cinco esculturas que pretenden invitar a la reflexión sobre la infinitud tanto de la energía como de la materia, a través de la evocación que de las mismas hacen los cinco elementos, el agua, la tierra, el aire, el fuego y el éter o quintaesencia.

A estos conceptos son a los que dirigió su atención para darles forma, presentarlos en esta investigación y expresar aquella sensación en conexión de la verdad enunciada sobre la conservación de la energía y la materia.

Comprendidas en un formato no mayor a los dos metros de altura, con el común denominador de no interrumpir la continuidad de su estructura filiforme o lineal, esto es que no aparecen cortes que pudieran establecerse como inicios o finales de las mismas, y por esto lo de “La Línea Infinita”, y que además de compartir esos referentes comunes, cada una de las cinco posee identificación y características propias que ayudan a que la investigación aborde modelos diferentes pero sin caer en el riesgo de disipar la objetividad deseada.

Y en este camino de la plástica, donde la expresión de todo aquello que se siente, de todo aquello que toca el alma o provoca una emoción o una reflexión puede ser comunicado, o traducido a la forma, al volumen, a la tercera dimensión, en una escultura, es donde cabe la pregunta: ¿Cómo dar forma a algo que es infinito, a algo que siempre ha sido y siempre será?, ¿Cómo congelar en un instante la naturaleza para poder comprenderla y concebirla a través de la forma que la simbolice a través de los elementos y que la haga visible y tangible?. Y respondiendo a estas preguntas se decidió poner en práctica la realización de las esculturas de esta propuesta con aspecto filiforme y continuo, utilizando el ferrocemento y el concreto reforzado.

¹⁰⁵ Plutarco, *Placita Philosophorum*, ed. J. Mau (Leipzig, 1981); Citado por Kingsley P., *Filosofía antigua, misterios y magia, Empédocles y la tradición pitagórica*, Ediciones Atalanta, S.L., Girona, 2008, p.39.

¹⁰⁶ Robert Fludd, *Utriusque cosmi*, tomo I, Oppenheim, 1617. Citado por: Roob A. *Alquimia y mística*, Taschen, Colonia, 2006, p.95.

2.- Análisis formal de la serie

“LA LÍNEA INFINITA EN LOS CINCO ELEMENTOS”.

El principal objetivo de este trabajo, tal como quedó planteado desde la presentación del protocolo de investigación, se ha dividido en dos partes, una para demostrar y constatar la factibilidad técnica para desarrollar esculturas filiformes en ferrocemento y concreto reforzado, que fue desarrollada en la segunda parte del capítulo anterior, y la otra para investigar su valor artístico, la cual será desarrollada en el Capítulo presente a través del correspondiente análisis formal y evocativo de la serie.

Para iniciar la investigación del valor artístico de la serie de esculturas filiformes en ferrocemento y concreto reforzado de esta propuesta, se aclara en primer lugar a que se refiere el concepto “investigación del valor artístico”.

Del verbo “Investigar”, tomada la definición de la Real Academia de la Lengua significa: “Hacer diligencias para descubrir una cosa”,¹⁰⁷ y “valor” en la acepción que interesa aplicar para identificar el concepto que se refiere es “Cualidad de las cosas...”.¹⁰⁸ Entonces dicho de otra forma, en este capítulo, se debe recurrir a los medios necesarios para descubrir las cualidades artísticas de las esculturas de la serie “La línea infinita en los cinco elementos”. Ahora bien, para descubrir esas “cualidades artísticas”, la referencia del término artístico en la que se basa, es la siguiente: “Lo artístico, incumbe al sistema de producir objetos, imágenes o acciones destinadas a satisfacer necesidades estéticas...”.¹⁰⁹ Mientras que “... lo estético viene a ser lo mismo que sensibilidad o gusto”.¹¹⁰ Luego entonces, se debe recurrir a los medios necesarios para descubrir en qué medida las esculturas de la serie “La línea infinita en los cinco elementos”, son capaces de satisfacer necesidades estéticas o más llanamente, gustar.

Hasta aquí, logrando la conducción de esta investigación a través de los conceptos que servirán de base, se señala sin embargo, antes de proceder, que la investigación del “valor artístico” en las esculturas de esta serie, ha constituido un reto de ingenio dado que este autor proviene de una formación más bien matemática, que no reconoce aquello que no pueda ser demostrado por el método científico, pero a pesar de ello, el desarrollo en esta área de las artes visuales y en concreto en el “gusto” personal

¹⁰⁷ Real Academia Española, op.cit. p. 881.

¹⁰⁸ Ibid.p.581.

¹⁰⁹ Acha J., Los Conceptos esenciales de las Artes Plásticas”, México, Ediciones Coyoacán, S.A. de C.V., 1993, p.33.

¹¹⁰ Ibid.p.33.

al haber elaborado las esculturas de la serie de esta propuesta, obliga a explicar la presencia a estas alturas en este campo mediante una analogía, “Galileo, obligado a retractarse por haber proclamado, después de Copérnico, que la tierra giraba sobre sí misma, contrariamente a la letra de las Escrituras, pronuncia: “*Eppur, si muove!*”¹¹¹ Lo cual a este autor le sucede, desde el momento que es consciente de que a través del método científico, no se pueden aceptar como verdades, muchas de las cosas que el hombre deduce, sabe, percibe, cree, reconoce, o siente, cosas intangibles o inmesurables, como por ejemplo la existencia del “valor artístico”... Y que ante ello, sin embargo también afirma: “Y sin embargo se mueve!”), o sea, este autor reconoce la existencia de esa sensación placentera ligada a las obras de las cuales puede afirmarse que poseen un “valor artístico”, aun cuando por el método científico no pueda ser aceptado de manera absoluta, ya que no existen instrumentos que puedan medir con exactitud tal variable.

Entonces habiendo realizado esta aclaración, sabiendo que se enfrenta a un campo como se le ha presentado desde el inicio en el estudio de las artes visuales, en donde no existen absolutos, ni fórmulas, ni instrumentos de medición, ni teoremas, a lo más existen sistemas axiológicos de pensamiento que pretenden explicar esas cosas o conceptos a partir de un conjunto de afirmaciones y definiciones que pretenden basarse en la lógica pues como lo indica Ernst Cassirer,

“Se muestra que toda determinación y dominio teóricos del ser dependen de que el pensamiento, en lugar de vérselas directamente con la realidad, elabore un sistema de signos y aprenda a utilizar estos signos como “representantes” de los objetos. A medida que esta función de representación se vaya imponiendo, el ser empieza a transformarse en un todo ordenado, en un contexto que se puede abarcar claramente con la mirada. El ser y el acaecer particulares se ven infiltrados cada vez más por determinaciones generales a medida que se logre representar su contenido de esa manera. Siguiendo estas determinaciones y representando a su vez simbólicamente cada una de ellas, el pensamiento logra un modelo cada vez más perfecto del ser y de su estructura teórica total. Ahora, para estar seguro de esa estructura, no necesita ya apelar al objeto individual y colocarlo frente a él en toda su concreción, en su “realidad” sensible. En lugar de entregarse a las cosas y eventos singulares, aprehende un conjunto de relaciones y conexiones; en lugar de singularidades, se le abre un mundo de leyes. En la “forma” de los signos, en la

¹¹¹ De Toro y Gisbert, *Pequeño Larousse Ilustrado*, Paris, Editorial Larousse, 1968, Locuciones latinas y extranjeras, p.VI. “Y sin embargo se mueve!”.

posibilidad de operar en cierta manera con ellos y combinarlos de acuerdo a reglas fijas y constantes, se revela al pensamiento su propia forma, se le revela el carácter de su propia certeza teórica. La retirada al mundo de los signos constituye la preparación para el asalto decisivo, en el cual el pensamiento conquista su propio mundo, el mundo de la idea”.¹¹²

Y podría pensar que sólo así, puede constituirse un recurso alternativo válido ante la imposibilidad de la aplicación del método científico, pero aun a pesar de ese gran esfuerzo teórico, retomando el sentido de la investigación de valor artístico, como dice J.A. Dacal al hacer un recuento de las diferentes definiciones de estética y arte.

“Hemos querido señalar unas cuantas definiciones de los principales autores representativos de las corrientes más opuestas para ver sus disparidades... ..conviene percatarnos que los autores en sus definiciones unas veces hablan de belleza y otras de arte o de ambas a la vez, aumentando más la confusión. Sin embargo, en todas las definiciones podemos encontrar aspectos válidos, pero seguramente ninguna satisface plenamente y se le pueden formular objeciones”.¹¹³

En la investigación de valor artístico de las esculturas de la serie “La línea infinita en los cinco elementos” parece que se caería en una grave omisión, de no aclarar cuál es la estrategia o el camino que se ha de tomar para continuar con el objetivo de este capítulo, ya que es un terreno muy abordado por distintos teóricos, y que por ello mismo, volviendo a citar como dice J.A. Dacal al referirse a las definiciones formuladas en torno al arte y a la belleza, “ninguna satisface plenamente y se le pueden formular objeciones”.

Entonces en el entendido de que el objetivo de este capítulo no puede ser abordado por el método científico, pues se habla de conceptos, de propiedades intangibles e incuantificables que sin embargo se pueden percibir de alguna manera, pero que por su naturaleza se escapan de los alcances de la medición, la cual es

“...la base de toda clase de actividad científica, técnica y económica; desde un punto de vista general, se puede decir que es la asignación de símbolos numéricos a aspectos de objetos o eventos de acuerdo con una regla o norma, en sentido

¹¹² Cassirer, E., *Filosofía de las formas simbólicas*, México, FCE, 2003, p. 61.

¹¹³ Dacal, J.A., *Estética General*, México, Editorial Porrúa, 1990, p.18.

estricto, es la comparación de una cantidad o magnitud con la unidad de esa cantidad o magnitud”.¹¹⁴

Pretender investigar el valor artístico de cualquier obra, de suyo parece que puede derivar en discusión y polémica, y mucho más aun, si las obras de las cuales se pretende investigar el valor artístico, son realizadas por el propio exponente, en ese caso aplicaría la frase que desde niño aprendió: “Alabanza en boca propia es vituperio”.

Entonces para lograr la justa imparcialidad y continuar esta investigación, sobretodo alejándose al máximo de caer en una actitud “solipsista”,¹¹⁵ y no perder de vista que “una obra de arte no está aislada”,¹¹⁶ o también que “la obra de arte constituye un hecho comunicativo que exige ser interpretado y, por consiguiente, integrado, completado por una aportación personal del consumidor”,¹¹⁷ además de que “lo artístico también es un producto cultural, pero derivado de lo estético en su calidad de concreción de la facultad denominada sensibilidad o gusto”.¹¹⁸ Entonces definiendo bien la orientación de esta línea de investigación de valor artístico en las esculturas de la serie “La Línea Infinita en los cinco elementos”, se anticipa que no se pretende llegar a tocar en ningún momento un alcance absoluto de análisis respecto al valor artístico de las obras presentadas en este trabajo, tan sólo el apoyo en las referencias teóricas que ilustren mejor aquello en lo que para este autor puede estar presente un valor artístico de las obras propuestas y mostrarlo como argumento de base, siendo no obstante absolutamente respetuoso de cualquier juicio opuesto que pudiera enunciarse.

Para comenzar, al hacer uso del ferrocemento y el concreto reforzado para realizar las esculturas de esta propuesta con una intención plástica, no recurriendo ya al mármol o al bronce, como materiales tradicionales en la escultura, se cita en primer lugar a Umberto Boccioni quién hace ya prácticamente cien años enunció el “*Manifiesto tecnico della scultura futurista*” el 11 de abril de 1912 en Milán, del cual se cita la conclusión N° 4 :

“Distruggere la nobiltà tutta letteraria e tradizionale del marmo e del bronzo. Negare l'esclusività di una materia per la intera costruzione d'un insieme scultorio.

¹¹⁴ Galicia S. H. R., García L.N., Herrera, M. A., Mayén G. J., Méndez A. M., Sánchez G. S., “*Metrología Geométrica Dimensional*”, México, Editorial Agt Editor S. A., 2003., p. 4.

¹¹⁵ Brookes I., *The Chambers Dictionary*, Edinburgh, Chambers, 2003. p.1442, “solipsist”, adjetivo de “Solipsism”, “La teoría que sostiene que la propia-existencia es la única cierta, de otra manera se describe como egoísmo absoluto, la forma extrema del idealismo subjetivo”.

¹¹⁶ Taine H. , *Filosofía del Arte*, México, Editorial Porrúa, 1994. p. 3.

¹¹⁷ Eco H. *La Definición del Arte*, Barcelona, Ediciones Destino, 2005. p. 51.

¹¹⁸ Acha J., op.cit. p. 34.

Affermare che anche venti materie diverse possono concorrere in una sola opera allo scopo dell'emozione plastica. Ne enumeriamo alcune: vetro, legno, cartone, *ferro, cemento*, crine, cuoio, stoffa, specchi, luce elettrica, ecc. ecc".¹¹⁹

De lo que aun a pesar de tantos años, y conservando un peso tradicionalista el uso del mármol y del bronce en la realización de esculturas, sigue siendo válido el exhorto con el que Boccioni le otorga ya un valor artístico a las obras plásticas realizadas en materiales diferentes al mármol y al bronce con la intención de la “emoción plástica”, y esa “emoción plástica”, es sensibilidad, gusto, y por lo tanto posee una intención estética desde su creación, y al ser creada ex profeso de satisfacer una necesidad estética, puede adquirir por ese hecho, valor artístico como cualidad otorgada al nuevo material, al material que no es mármol o bronce, sino que es *fierro, cemento*, ferrocemento, concreto reforzado, y que es el ocupado en esta ocasión para realizar las esculturas de esta propuesta.

Una vez considerado un grado de aporte de valor artístico por lo que se refiere al material empleado, continúa el análisis de lo tocante a la forma. Esta serie de esculturas también tienen en común su forma de filamento, de hilo, de ahí el concepto “filiforme”, como quedó bien definido en el capítulo II, que al apreciarse a distancia en su forma continua, cada una como unidad completa, visible y apreciable en todo su volumen, ofrecen la sensación de ligereza en el espacio debido a su complejidad lineal, que en esa búsqueda de continuidad de forma libre de cortes, se puede reconocer de hecho a cada una como “línea infinita”, y por ello el nombre de la serie, donde la intención es participar de la búsqueda de la forma básica, de la unidad, que como lo indica la escuela de la Gestalt se cita a continuación la 4ª ley de las Leyes de la Forma: “La ley de la buena forma o del destino común.- Aquellas partes de una figura que forman una buena curva o tienen un destino común forman con facilidad unidades”.¹²⁰ Esto es que la línea infinita al tomar forma de escultura, podrá ser percibida con mayor facilidad, como una unidad de forma en sí misma, y también es aplicable por esto mismo, la ley de la pregnancia, la cual

¹¹⁹ Boccioni, U., *Manifiesto técnico della scultura futurista*, [En línea] disponible en: <http://www.scultura-italiana.com/Approfondimenti/Forme_uniche.htm>, [Consulta 18 Noviembre 2007]. “Abolir la superioridad del todo literaria y tradicional del mármol y del bronce. Negar la exclusividad de una materia para la completa construcción de un conjunto escultórico. Afirmar que incluso veinte materiales diferentes pueden participar en una sola obra con la intención de la emoción plástica. Enumeramos algunos: vidrio, madera, cartón, fierro, cemento, crin, cuero, tela, espejos, luz eléctrica, etc; etc;”.

¹²⁰ Katz, D., *Psicología de la forma*, Madrid, Espasa-Calpe, S.A., 1945. P. 30, 31.

“fue formulada por Koffka del siguiente modo: La organización psicológica será siempre tan excelente como las condiciones dominantes lo permitan. El término “excelente” abarca propiedades como regularidad, simetría, armonía de conjunto, homogeneidad, equilibrio, máxima sencillez, concisión”.¹²¹

Es por ello que en esa búsqueda de la excelencia de la organización psicológica de la obra al ser percibida, se logra la creación de un objeto en el mundo real y perceptible, que pretende tener las propiedades que Koffka refiere al término “excelente”, y de ahí la posibilidad de aportación de valor artístico a través de la facilidad de percepción como unidad de forma de cada escultura, que habrá de tener en mayor o menor grado, esa regularidad, simetría, armonía de conjunto, homogeneidad, equilibrio, máxima sencillez, y concisión de las que habla Koffka.

Umberto Boccioni en la 1ª Conclusión del ya citado “*Manifiesto tecnico della scultura futurista*”, dice: “Proclamare che la scultura si prefigge la ricostruzione astratta dei piani e dei volumi che determinano le forme, non il loro valore figurativo”.¹²² Por lo que en una concordancia con esta idea, las cinco variantes de “La línea infinita en los cinco elementos” integran cada una de ellas, una nueva construcción independiente y abstracta de los planos y los volúmenes que determinan su propia forma, por lo que al concordar con este propósito aplicado a la escultura, y entendidas la esculturas de esta propuesta como una creación humana que busca satisfacer las necesidades estéticas de formas al margen de su valor figurativo, entonces se las convierte en obras que por ese hecho pueden poseer un valor artístico.

E igualmente en esa búsqueda de nuevas formas, Boccioni dice también:

“Noi dobbiamo partire dal nucleo centrale dell'oggetto che si vuol creare, per scoprire le nuove leggi, cioè le nuove forme che lo legano invisibilmente ma matematicamente all'infinito plastico apparente e all'infinito plastico interiore”.¹²³

Al decir, “infinito plástico aparente”, queda expresada la idea de la forma que toma, que potencialmente era infinita, y que por haber partido de un “núcleo central”, intencional como una idea concebida que toma una forma “plástica aparente”, queda ligada así al “infinito plástico interior” originado en la concepción misma del autor que

¹²¹ Ibid. p. 45.

¹²² Boccioni, U., op.cit. “Proclamar que la escultura se propone la reconstrucción abstracta de los planos y los volúmenes que determinan las formas, no su valor figurativo”.

¹²³ Idid. “Nosotros debemos partir del núcleo central del objeto que se quiere crear, para descubrir las nuevas leyes, por lo tanto las nuevas formas que lo ligan invisiblemente pero matemáticamente al infinito plástico aparente y al infinito plástico interior”.

busca darle por ese motivo de búsqueda de la nueva forma, un “valor artístico” a la obra por su concreción finita.

Para reforzar este argumento, al tocar el punto de la realización concreta de las esculturas de esta propuesta, de su “plástica aparente” adquirida, de la forma concreta que tienen, se cita a José Antonio Dacal Alonso, quién refiere que para Hegel, “la belleza es un desarrollo de la idea en forma sensible”.¹²⁴ Esto es, algo que en un principio fue pensado y concebido como idea, pero que al ser realizada, ahora ya tiene forma, y por tanto es susceptible de percibirse y afectar los sentidos, ya no como algo interno que en un principio fue visto sólo por el autor, sino ahora ya como algo externo, que incluso al ser visto por el mismo autor, le generará a éste otras sensaciones que retroalimentarán su capacidad de materializar lo que en un inicio sea una idea. A partir de esta definición, se puede afirmar que al realizar una escultura filiforme en ferrocemento y concreto reforzado, por el hecho de ser una idea desarrollada, posee luego entonces belleza propia por la propia forma que antes no existía, que antes no podía ser percibida ni captada sensiblemente.

Mientras para Kant, “Bello es lo que place en el mero juicio (no en la sensación de los sentidos, ni mediante un concepto)”.¹²⁵



Lámina 145. Immanuel Kant.

Entonces aplicando esta definición a la escultura filiforme en ferrocemento y concreto reforzado, más allá de buscar conceptos en torno a lo percibido de las formas,

¹²⁴ Dacal, J.A, Op.cit. p. 17.

¹²⁵ Kant, I., *Crítica del Juicio*, Madrid, Librería Genreal Victoriano Suárez, Tomo I, 1958, citado por Dacal, J.A, *Estética General*, México, Editorial Porrúa, 1990, p. 17.

o más allá de “sentir que se siente con los sentidos” Kant ubica la percepción de lo bello en un instante que se reduce a lo que “place en el mero juicio”,

“Esta noción la aplica por igual a la belleza natural y a la artística; es decir según Kant, la validez del juicio estético radica no en algo dado por los sentidos o por un concepto, sino por el puro gusto”.¹²⁶

Esta es la definición predilecta relacionada con la belleza que encontró este autor. Luego entonces, las esculturas de esta propuesta conforme lo que plantea Kant, pueden tener un valor artístico si ante su percepción placen en el mero juicio, o dicho de otra forma, simplemente gustan. De esta última idea, se entiende que cada espectador, generará un propio juicio de gusto a favor o en contra respecto a ellas, y se abre por tanto un campo subjetivo en donde no se puede con un concepto o fórmula, generalizar y prever cual será el juicio general de un grupo de espectadores a quienes les sea mostrada una escultura de la serie “La Línea Infinita en el Espacio” y emitan un juicio de ella, de esta definición de Kant ha surgido la idea de desprender un razonamiento a modo de seguir la simulación de un experimento dentro del campo de la probabilidad y la estadística, donde se plantea lo siguiente: “Al conjunto de todos los resultados posibles de un experimento estadístico se les llama espacio muestral...”,¹²⁷ mientras que “muestra es un subconjunto de una población”.¹²⁸ En este caso el experimento estadístico consistiría en tomar una “muestra” de población aleatoria y preguntar quién encuentra placer en el momento mismo de observar una escultura de la serie propuesta como para generar un juicio de “gusto”, y los resultados posibles que son los que conformarían el “espacio muestral” podrían cerrarse a dos, por motivos prácticos, quienes si lo encuentran, y quienes no. No importa de cuantos elementos conforme la muestra de población, que puede ser de decenas o miles o tantos más de los habitantes del planeta quienes conformarían la población a la que puede ofrecerse a la vista las esculturas de esta serie, pero es un hecho que más de un espectador emitirá un juicio favorable de gusto al observar alguna escultura de la serie propuesta, pues encontrará algo de lo que el propio autor ha asociado con el gusto al momento mismo de concebirlas y de realizarlas, ya que al interior de la intención de ser realizadas para complacer a la vista, se activan acciones tendientes a darles la forma que mejor

¹²⁶ Dacal, J.A, op.cit. p 17.

¹²⁷ Walpole R. y Myers, R, *Probabilidad y Estadística*, México, Mc GrawHill, 1992, p.2.

¹²⁸ *Ibid.*, p. 204.

complace la búsqueda del propio creador, y esas acciones provienen de la formación del autor, de su entorno, y tal fue lo que se hizo, pues como ya se citó anteriormente de Juan Acha, “lo artístico también es un producto cultural”, o bien, más claro para concluir el razonamiento estadístico como se cita del propio Taine:

“Ni siquiera el artista, considerado conjuntamente con la obra total que ha producido, se halla aislado. Existe un conjunto en el que él también está comprendido, un conjunto mayor que él mismo; la escuela o familia de artistas, del mismo país y del mismo tiempo a que él pertenece.... también esta familia de artistas está comprendida en un conjunto más vasto, que es el mundo que la rodea, el gusto del cual es conforme al suyo. Porque el estado de las costumbres y del espíritu es el mismo para el público y para los artistas; éstos no son hombres aislados. Es su sola voz la que oímos en este momento a través de la distancia, de los siglos, pero por debajo de esta voz resonante que vibrando llega hasta nosotros, discernimos un murmullo, una especie de vasto bordoneo sordo, la gran voz infinita y múltiple del pueblo que cantaba al unísono en torno a ellos”.¹²⁹

El trabajo realizado por J. A. Dacal auxilia y orienta en dirección al concepto de “valor artístico” buscado en las esculturas de la serie propuesta, como objetivo de este capítulo y para tener un acercamiento así la gran diversidad de puntos de vista y definiciones que como apoyo atañen a esta búsqueda, se citan a continuación algunas definiciones.

En torno a la belleza, a la estética o al arte, muchos autores han emitido conceptos, para G. Santayana, la belleza es “...un valor positivo, intrínseco y objetivado; o dicho en términos menos técnicos, belleza es el placer considerado como la cualidad de una cosa”.¹³⁰ Las cosas pueden generar ese placer al ser percibidas, y es eso a lo que se le llama belleza, entonces el mismo procedimiento estadístico aplicaría en este caso que el citado anteriormente para la definición de Kant, y de esta forma en una muestra de población, será muy posible que suceda el evento de que alguien habrá de encontrar belleza y por lo tanto valor artístico a las esculturas de la serie propuesta.

J. A. Dacal, menciona que para Benedetto Croce, la belleza es una categoría, a pesar de sus múltiples aspectos empíricos:

¹²⁹ Taine, H., Op.cit., p. 4-5.

¹³⁰ Santayana, G., *El Sentido de la Belleza*, Barcelona, Montaner y Simón, S.A., 1968, citado por Dacal, J.A, *Estética General*, México, Editorial Porrúa, 1990, p. 17.

“Única e indivisible, es, por tanto, la categoría de la belleza, aunque sean infinitas sus manifestaciones singulares y aunque estas puedan agruparse en clases por completo empíricas, como lo son siempre las clases, sin nada de común con las distinciones especulativas del concepto especulativo”,¹³¹

esta definición ubica a la belleza como una categoría de acuerdo a esta cita de J.A. Dacal, por lo que entonces la belleza es una propiedad que puede encontrarse en las cosas o bien en infinitas manifestaciones singulares, muy independientemente y muy alejadas de los alcances del concepto especulativo, entonces eso me hace pensar que el valor artístico de las esculturas de la serie propuesta, es un valor que existe como experiencia absolutamente personal a partir del hallazgo de las mismas, a partir de su percepción, a partir de que suceda ese contacto directo con ellas, y por este criterio, vuelve a ser una posibilidad que exista en ellas el reconocimiento de su valor artístico, incluso por algún espectador que no tenga aparentemente referentes culturales que lo liguén al autor de las mismas.

Por otra parte, J. Dewey dice:

“Es, pues, mera coincidencia la que conduce a suponer que la conexión del arte y la percepción estética con la experiencia, significa un descenso de su significación y dignidad. La experiencia en el grado en que es experiencia es vitalidad elevada”.¹³²

Y más por esta definición se puede entender el por qué del hecho de que no se habla de una ciencia exacta al tocar al arte o la estética, en la medida que la percepción es “subjetiva”, se van de las manos todas las posibilidades y esfuerzos por congregar criterios objetivos y que por tanto puedan ser precisos como por ejemplo en las matemáticas, de hecho en este tenor inclinado a definir al arte o la belleza en función de que la “experiencia es vitalidad elevada”, se cita a continuación a Ortega y Gasset a través de Javier Echegoyen Olleta retomando el perspectivismo, en su libro, *Historia de la Filosofía* y evocar este pensamiento perfectamente aplicable a la subjetividad al momento de percibir, al momento de observar una representación artística, o para el interés de este capítulo, al observar una escultura de la serie propuesta...

¹³¹Croce, B., *La Poesía*, Buenos Aires, Emecé Editores, 1954, citado por Dacal, J.A, *Estética General*, México, Editorial Porrúa, 1990, p. 17.

¹³²Dewey, J., *El Arte como Experiencia*, México, FCE, 1949, citado por Dacal, J.A, *Estética General*, México, Editorial Porrúa, 1990, p. 17, 18.

“La realidad, precisamente por serlo y hallarse fuera de nuestras mentes individuales, sólo puede llegar a éstas multiplicándose en mil caras o haces.

Desde este Escorial, riguroso imperio de la piedra y la geometría donde he asentado mi alma, veo en primer término el curvo brazo ciclópeo que extiende hacia Madrid la sierra del Guadarrama. El hombre de Segovia, desde su tierra roja, divisa la vertiente opuesta. ¿Tendría sentido que disputásemos los dos sobre cuál de ambas visiones es la verdadera? Ambas lo son ciertamente, y ciertamente por ser distintas. Si la sierra materna fuera una ficción o una abstracción o una alucinación, podrían coincidir la pupila del espectador segoviano y la mía. Pero la realidad no puede ser mirada sino desde el punto de vista que cada cual ocupa, fatalmente, en el universo. Aquélla y éste son correlativos, y como no se puede inventar la realidad, tampoco puede fingirse el punto de vista. La verdad, lo real, el universo, la vida –como queráis llamarlo– se quiebra en facetas innumerables, en vertientes sin cuento, cada una de las cuales da hacia un individuo. Si éste ha sabido ser fiel a su punto de vista, si ha resistido a la eterna seducción de cambiar su retina por otra imaginaria, lo que ve será un aspecto real del mundo. Y viceversa: cada hombre tiene una misión de verdad. Dónde está mi pupila no está otra; lo que de la realidad ve mi pupila no lo ve otra. Somos insustituibles, somos necesarios. Dentro de la humanidad cada raza, dentro de cada raza cada individuo es un órgano de percepción distinto de todos los demás y como un tentáculo que llega a trozos de universo para los otros inasequibles. La realidad, pues, se ofrece en perspectivas individuales... La dimensión perspectivística de la realidad no se limita a los aspectos perceptuales, como los colores, los sonidos, las figuras espaciales, alcanza también a las dimensiones más abstractas de la realidad, los valores y las propias verdades. Del mismo modo que nuestros ojos son los órganos receptores de los aspectos visuales de las cosas y sólo las pueden captar en sus dimensiones perspectivísticas, nuestra mente es como un órgano receptor de verdades. Nuestra mente nos predispone para captar ciertas verdades y ser ciegos a otras, y lo mismo ocurre con cada pueblo y cada época, que tienen también su peculiar modo de ver la verdad, su peculiar punto de vista”.¹³³

Después de esta cita, parece más evidente y cálida la naturaleza del arte, y después de encontrar tantas divergencias en la búsqueda de definiciones, que parece como si tratara ahora de atrapar una idea cuya naturaleza es tan personal y que sin embargo se ha querido enjaular en unas cuantas palabras para que sea de esa manera fácil de exhibir a los cuatro vientos, o cual bestia de zoológico, para después aplicarla a

¹³³ Echegoyen, J., Historia de la filosofía. volumen 3: filosofía contemporánea, Editorial Edinumen, Barcelona, 1998, p. 48.

las esculturas de esta propuesta personal, y sin embargo después del punto de vista de Ortega y Gasset, aun cuando se sabe que habrá espectadores que al ver las esculturas, reconozcan belleza en ellas, no obstante, el citar a los pensadores que han emitido juicios sobre la naturaleza del arte o la belleza, ayuda a comprender la naturaleza que adquiere la presencia de valor artístico en las esculturas que conforman esta propuesta.

Heidegger define: “El arte brota como la contemplación que insta en la obra la verdad del ente...La belleza descansa sin embargo en la forma, pero sólo porque la forma se alumbró un día desde el ser como la entidad del ente”.¹³⁴ Entonces desde esta definición, bien se puede afirmar que el valor artístico de las esculturas de esta propuesta, inicia desde el mismo momento de su mentalización, de su existencia como entes potenciales, al interior de otra entidad que es el propio autor, que las crea buscando ser él mismo el primero en satisfacer su propia necesidad estética, y su belleza finalmente descansa en su forma, forma existente y concreta, forma que como queda establecido, se alumbró en un principio al interior del ser del autor mismo.

Finalmente, dentro del campo de los conceptos, antes de enunciar las diferentes categorías estéticas, es evidente que después de tantos autores y tantas definiciones en torno al arte o a la estética, predomina para este autor después de la definición arriba citada de Kant, y seguirá indefinidamente predominando el pronóstico planteado por la postura nominalista,

“ La respuesta del Nominalismo es que no podemos formar conceptos universales, lo único que tenemos son nombres que por asociación o semejanza aplicamos a casos similares.

De acuerdo a esta posición en el terreno estético no podemos aspirar a ningún concepto de validez general. En todo caso lo único que podemos es buscar un cierto consenso al formular un juicio estético, por cuanto los calificativos no aluden a ninguna otra realidad más permanente. En el arte y la estética no podemos aspirar a ningún concepto universal, a lo más a un cierto consenso respecto de ciertas obras”.¹³⁵

Y no es que la intención de este autor sea dar un cierre pesimista en la búsqueda de otros conceptos, pero parecen bastante sólidos y suficientes los apoyos tomados de Kant, Hegel, Heidegger, Dacal Alonso, Juan Acha y Ortega y Gasset entre otros como

¹³⁴ Heidegger, M., *Arte y Poesía*, México, FCE, 1973, citado por Dacal, J.A., *Estética General*, México, Editorial Porrúa, 1990, p. 18.

¹³⁵ Dacal, J.A., *Op.cit.*, p. 81.

base del análisis formal de la investigación del valor artístico de las obras de la serie de esta propuesta.

Pasando así, después de la búsqueda de valor artístico de las esculturas de la serie “La línea infinita en los cinco elementos” a través de los conceptos y definiciones generales de arte y estética citados, ahora, se da paso a la búsqueda a través de la identificación directa de las categorías o valores estéticos.

Recurriendo al apoyo de conceptos como los de Ortega y Gasset y de J.A. Dacal así como a las valiosísimas referencias que este último ha aportado con su trabajo en torno a la estética y sus categorías.

“Los valores son un linaje peculiar de objetos irreales que residen en los objetos reales o cosas, como cualidades *sui generis*. La belleza de una estatua, la justicia de un acto, la gracia de un perfil femenino no son cosas que quepa entender o no entender. Sólo cabe sentirlas y mejor, estimarlas o desestimarlas”.¹³⁶

“Los valores se captan mediante actos estimativos apoyados en cualidades reales de los objetos y creaciones...”.¹³⁷

“Entre los grandes campos de la actividad humana se encuentra el arte como expresión contemplativa de la naturaleza o propulsora a partir de esta materia prima (naturaleza) de nuevos objetos de contemplación (arte)”.¹³⁸ Luego entonces, las categorías o valores estéticos buscados en las obras de esta propuesta son características visibles de las mismas.

“El conocimiento brindado por el arte como realización del valor belleza no es rígido y compulsivo como el de la ciencia”.¹³⁹ Luego entonces, no es exacto estrictamente, y pueden existir variaciones y discordancias entre diferentes receptores, pero por lo mismo de su naturaleza, pueden darse consensos en determinados puntos de apreciación.

“Es indispensable señalar que los valores estéticos se presentan tanto en el mundo de la naturaleza, como el arte, bajo una forma objetual específica: montaña, mar, estatua, cuadro, partitura, etc., que son el vehículo o medio por el que aquellos se manifiestan objetivamente”.¹⁴⁰

¹³⁶ Ortega y Gasset, J., Introducción a una Estimativa, Obras Completas, t.VI, Revista de Occidente, Madrid, 1973, citado por Dacal, J.A, *Estética General*, México, Editorial Porrúa, 1990, p. 137.

¹³⁷ Dacal, J.A, op.cit. p 145.

¹³⁸ Ibid., p. 145.

¹³⁹ Ibid., p. 147.

¹⁴⁰ Ibid., p. 148.

“En toda obra de la naturaleza o del arte descubrimos uno u otro polo, lo bello o lo feo; simultáneamente encontramos una gradación expresada en momentos o estratos de mayor o menor intensidad de esa belleza o de la fealdad”.¹⁴¹

Siendo las esculturas de la serie propuesta tan solo ideas simples en un inicio y tomando como referencia la clasificación de categorías estéticas y definiciones de las mismas que Dacal Alonso enlista en su obra “Estética General”, se citarán aquellas que desde un principio fueron buscadas como características deseadas al momento de concebir la serie, que teniendo ahora un aspecto concreto pueden confrontarse con lo buscado en un principio.

**Categorías estéticas o valores artísticos pretendidos al realizar las obras de la serie
“La línea infinita en los cinco elementos” de esta propuesta:**

Armonía:

La conjunción y correspondencia de cada obra con sus partes propias, tanto en lo cuantitativo como en lo cualitativo, buscando esencialmente la buena proporción de las formas, la congruencia de siluetas y apariencia.

Perfección:

El acabado completo y adecuado a las piezas de la serie, la mejor definición de textura para cada una, la mejor continuidad de forma, de color y de apariencia, basadas en su significado como parte de una serie con elementos comunes a las otras, y también en lo particular con los alcances más amplios de su significado evocativo.

Equilibrio:

La intención de que las piezas ofrecieran la sensación de estabilidad, por su apariencia propia, inmóvil, pero seguras desde su concepto estructural, desterrando cualquier riesgo de desplome o caída, y desafiando en algunos de sus trazos la aparente necesidad de la verticalidad como condición de estabilidad.

¹⁴¹ Ibid., p. 148.

Ornamento:

Al haber buscado el mejor acabado y definición de textura que finalmente posee cada una, queda realzada la forma primigenia, y al proceder a la cercanía a través de la observación, se percibe la importancia de la superficie bien terminada que cumple su misión como ornato propio de la pieza y como revestimiento acorde a su significado profundo, la cual no luciría igual sin la concordancia de su sentido el cual explica el terminado exterior en si mismo.

Quiétude:

Por ser obras de naturaleza escultórica, de suyo se apropian de la inmovilidad, de la estabilidad e inmutabilidad, que invitan a su contemplación, sin prisa, sin apuro, simplemente ofreciendo esa sensación de quietud y reposo, aun cuando las curvaturas evocan el movimiento y que por su extensión aunque se buscara el final de la forma ofrecerán ese recorrido infinito desde el ángulo que se las observe.

Gracia:

La continuidad de la forma en conjunción con las curvaturas o cambios de dirección de las siluetas, generan el movimiento aparente, esta afirmación la apoya este autor en el siguiente razonamiento:

“Tiene sentido diferenciar movimientos con finalidad y sin finalidad. Son movimientos con finalidad tan sólo aquellos que son portadores de expresión, por regla general, movimientos efectuados por seres vivos, hombres y animales. Todos los movimientos biológicamente esenciales son movimientos con finalidad... A los movimientos sin finalidad pertenece el fenómeno *phi* de Wertheimer, el cual ha sido objeto de tantas investigaciones. Se trata de un movimiento aparente que tiene lugar cuando se presentan dos elementos ópticos por lo general iguales en dos posiciones distintas en un breve intervalo de tiempo. (Figura adjunta). La línea se mueve con absoluta plasticidad de la posición *a* a la posición *b*”.¹⁴²

¹⁴² Katz, D., op.cit. p.37.

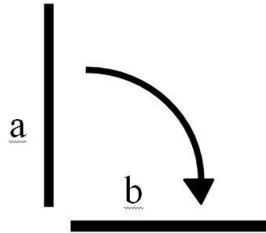


Lámina 146. Movimiento Aparente de “a” a “b”.



Lámina 147. Movimiento aparente en curvatura de “Aqua”.

Luego, aplicando esto a las esculturas de la serie “La línea infinita en los cinco elementos”, tal como se ilustra arriba con un detalle de la pieza “Aqua”, si los elementos ópticos de ésta pueden tomarse como las líneas mismas en posiciones diferentes como producto tanto de la continuidad como de las curvaturas de su propia forma en conjunto, y el breve intervalo de tiempo puede ser el mismo tiempo que tarda la vista en recorrer el enfoque de un punto de la escultura a otro, entonces la percepción puede asociar los dos puntos de enfoque como un mismo punto que ha cambiado de posición, o bien de un mismo punto que se ha desplazado o movido, luego entonces en mayor o menor grado tiene lugar el fenómeno *phi* de Wertheimer, y por tanto se logra en esa medida un “movimiento aparente”.

La relación que tiene este movimiento aparente con el valor estético de la “gracia”, puede bien ilustrarse en la siguiente cita: “Definiremos el movimiento que se agita alrededor de lo bello como propiamente gracia”.¹⁴³ Pero para aclarar aun más esta relación:

“La gracia es quebrantamiento y ondulación del movimiento en el sentido más amplio, por cuanto combate toda actitud o forma de tensión y acartonamiento, toda forma forzada, tosca o falta de pulimiento... pero sobretodo en el arte es apuntar hacia la

¹⁴³ Farré, L., *Categorías estéticas*, Aguilar, Madrid, 1966, citado por Dacal, J.A, *Estética General*, México, Editorial Porrúa, 1990, p. 160.

inocencia u originalidad de los movimientos físicos y psíquicos... Este valor se muestra especialmente en los bailes populares; ballet, teatro cómico, novela costumbrista, caricatura, y formas musicales ligeras como la zarzuela. También se muestra en obras plásticas, de *escultura*, decorativas y artesanales”.¹⁴⁴

Elegancia:

La correlación entre la plasticidad y la manera como fue lograda en cada una, buscando la mejor terminación y dominio técnico en función de la intencionalidad de la forma deseada y la forma final, una correlación entre el dominio del material, su apariencia y su forma óptima orientada a la total congruencia con su significado y contenido evocativo.

Tersura:

Si bien las piezas de la serie ofrecen variedad de texturas, no obstante las texturas no buscan predominar sobre el concepto integral y completo que las constituye como obras en sí mismas, se busca una composición suave a la vista, libre de asperezas o limaduras que puedan distraer el concepto general que cada una persigue, dentro de la simbología de su significado, cumplen con un compromiso evocativo sensible, el cual facilita la asimilación y apreciación de su esencia propia.

Delicadeza:

La finura compositiva y deseada de sus elementos radica en la linealidad, en la apariencia de filamento, gracias a que se logra esconder la sólida y firme estructura con alma de acero, que al permanecer oculta tan sólo muestra formas ligeras en el espacio, cadentes y con delicadeza aparente.

Mística:

La búsqueda de comunicación o comprensión de los elementos que conforman todo cuanto existe, todo lo creado, a partir de las formas escultóricas que los evocan, y la comunicación con aquello que pueda llamarse Dios o causa suprema o causa primera de todas las cosas, de todo cuanto existe, el origen absoluto de toda existencia, yace a través del concepto mismo de la serie: “La línea infinita en los cinco elementos”, que busca tocar ese génesis, que día a día se hace evidente, como programado desde un incomprensible principio, y que se manifiesta en ese elemento llamado “Agua” cuya

¹⁴⁴ Dacal, J.A, op.cit. p. 160,161.

naturaleza purifica, disuelve, y separa o aglutina, en ese elemento habitado llamado “Tierra” sede y residencia donde toma lugar la transformación que provoca la interacción de los elementos, en ese elemento incontenible que circula y atraviesa libremente entre todo cuerpo llamado “Aire”, en ese elemento inexplicable que también purifica, pero que destruye, transforma y calcina, llamado “Fuego”, y finalmente en ese elemento desconocido, invisible e intangible, pero cuya existencia es la única forma de explicar la vida, la animación de la materia, es en todos estos significados ligados a la forma, que se busca tocar y evocar la mística.

Misterio:

Al igual que sucede con la mística, al confrontar lo desconocido, lo incomprendible o inexplicable, ya sea por su origen o por su forma, o al relacionar la forma con el concepto, o tan sólo pretenderlo, es así que las piezas de la serie, buscan despertar el misterio.

3.- Análisis evocativo de la serie

“LA LÍNEA INFINITA EN LOS CINCO ELEMENTOS”

Al presentar la relación que tiene esta serie de cinco esculturas, con cinco elementos, se debe mencionar, que tras la observación de la naturaleza infinita y mutante de los elementos en su interacción constante atestiguada por el hombre, la forma continua de las esculturas de la serie corresponde a representar esa infinitud, esa continuidad de los elementos, los cuales se han elegido, basado en una enunciación muy antigua hacia el siglo V A.C sobre las manifestaciones de la naturaleza, de la materia, y de la energía, como punto de partida y referencia para lo que ha sido el camino del hombre en la concepción y explicación del universo, “...los cuatro elementos a los que Empédocles se referirá... tierra, aire fuego y agua”,¹⁴⁵ “y también a la enumeración de un quinto elemento aristotélico, la sutil quintaescencia”,¹⁴⁶ y al que el autor se referirá como el “Aither” basado en la palabra empleada por Kingsley.¹⁴⁷



Lámina 148. Empédocles de Agrigento.

Cabe mencionar, que al citar estos elementos, Empédocles no lo hizo como suele entenderse en la actualidad tan clara y simplemente, en realidad es algo mucho más interesante y complejo,

“Que nosotros sepamos, en la historia de las ideas de Occidente, Empédocles es el primero en reducir toda la existencia a cuatro elementos fundamentales. Introduce estos elementos en el fragmento 6 de la colección de su poesía editada por Diels, y les da el nombre de “raíces” a la vez que identifica cada uno de ellos con una divinidad:

¹⁴⁵ Kingsley P., Op.cit., p.32.

¹⁴⁶ Roob, A., *Alquimia y mística*, Ed. Taschen, Colonia, 2006, p. 30.

¹⁴⁷ Kingsley P., op.cit. p.59.

Oíd primero los nombres de las cuatro raíces de todas las cosas:

Zeus, deslumbrante; Hera, portadora de vida; Aidoneo, y Nestis, que humedece las fuentes de los mortales con sus lágrimas”.¹⁴⁸

“Zeus es el aire; Hera, tierra; Hades, fuego, y Nestis, agua”.¹⁴⁹ Como se ve, no fue una enunciación fría, breve, científica, más bien, además de aparecer en una poesía como Kingsley nos presenta la cita de Diels, también puede observarse que detrás de esta enunciación, existe una manifestación religiosa, que nos permite conocer el ámbito de desarrollo de Empédocles en un atmósfera mítica. Es por ello que la misma naturaleza que rodea la enunciación de los elementos por Empédocles, tal como la presenta Kingsley, ha motivado sobremanera a este autor para comprender como fueron descifrados los elementos y a partir de ello, aplicar en las obras de esta serie la técnica apropiada que relacione el acabado, color y texturas con el significado mítico detrás de cada elemento, y por consecuencia dar forma y apariencia a una realidad cuyos misterios han seducido a penetrar en ellos e intentar esclarecerlos tangiblemente.

¹⁴⁸ Diels, H., *Die Fragmente der Vorsokratiker*, ed. W. Kranz, Berlín, 1951-2., citado por Kingsley P., *Filosofía antigua, misterios y magia, Empédocles y la tradición pitagórica*, Ediciones Atalanta, S.L., Girona, 2008, p.32.

¹⁴⁹ Kingsley, P., op.cit. p75.

4.- Las esculturas de la serie “La línea infinita en los cinco elementos”.

“Terra”.



Lámina 149. “Terra” (63 X 124 X 43, 2008, ferrocemento y concreto reforzado, colección del autor).

Elaborada en ferrocemento y concreto reforzado, cubierta de barro “rojo” crudo, y base de arena sílica.

De acuerdo a la cita arriba, en donde se relaciona a Hera con la tierra, como uno de los elementos que Empédocles enuncia en su poema “raíces”,¹⁵⁰ a ésta pieza, finalmente el autor le apropió del nombre “Terra” tras haberla relacionado con “Casa”, con “Cavernas”, con “Ciudad”, alcanzó su máximo nivel conceptual con su nombre final por abarcar con él, la casa del Hombre por naturaleza, la tierra, el planeta donde habita, y donde evoluciona, y el espacio que el mismo hombre modela y transforma, por eso se cita como el primer elemento, ya que la tierra, es la sede, es el punto donde tiene lugar la combinación, la evolución y transformación no sólo de los elementos, sino del hombre mismo, quien se convierte por ello en el transformador que se transforma a su

¹⁵⁰ Ibid.p.32.

vez, por ello el baño de barro, pues el hombre al tener que alimentarse de la tierra y sus productos para vivir, en realidad es como “barro que transforma barro”; esta pieza tiene a su base un baño de arena sílica, en remembranza de la tierra misma contenedora de las aguas saladas del mar y de toda la vida submarina que prevalece bajo los océanos con otra naturaleza y apariencia diferente al barro que a su vez evoca la vida de la superficie, la que es acariciada y ventilada por el aire, la que al recibir semilla y agua se fecunda y da la vida, por esa naturaleza hospitalaria, la tierra es una sede sin fin, por ello, es un elemento agrupado, representado y evocado en la serie infinita de esta propuesta.

Alterna en su figura tres ciclos entrelazados que bien pueden definirse como arcos cuadrangulares, de los cuales el de mayor altura sin embargo no es estrictamente cuadrangular, ya que presenta torsión en sus postes, lo cual le da apariencia flexible al contorno total.

Vista de abajo hacia arriba, entrelazándose con arcos cada vez más altos, al evocar los hogares del hombre desde sus orígenes, en un principio incluso subterráneos como las cavernas, después al nivel de la misma superficie, y mientras más recientes, más elevados, cual señalando los pasos que ha tenido la evolución del dominio del hombre sobre la tierra, que siempre se mueve, que siempre continúa, que su final bien es también su principio y viceversa, su contorno cuadrangular evoca la intención del trazo exacto, y bien orientado, pero las curvaturas prevalecientes reflejan como la realidad se impone a la idea, como la pérdida de la rectitud es la respuesta que hace factible la existencia, que la deja libre, que la hace posible, que la hace verdadera, que nos muestra la evidencia al desbordarse a si misma, en un ciclo que habita el hombre que siempre se transforma, que cambia lo que habita, que habita lo que cambia, que por más alto que sea, siempre una parte toca su cimiento, su origen, que generación tras generación se modifica, en una evolución que conecta un ciclo infinito, una vorágine que lleva y que lo lleva y que siempre lo liga desde el primitivismo hasta el clímax de la tecnología.

“Aqua”.



Lámina 150. “Aqua” (88 X 185 X 91, 2008, ferrocementoy concreto reforzado, Municipio de Jacona Michoacán).

“Nestis, que humedece las fuentes de los mortales con sus lágrimas”.¹⁵¹

“...Nestis es la esposa y compañera de Hades, como Hera lo es de Zeus. Con ello en mente, no es en absoluto fortuito que el ayuno y un festival de ayuno –denominado, precisamente, Nesteia- constituyeran una parte importantísima del ritual y de la mitología asociados con los misterios de Perséfone”.¹⁵²

“Fuentes, torrentes y pozos desempeñaron un papel fundamental, ya desde la primera Antigüedad, en los misterios de Perséfone”.¹⁵³

¹⁵¹ Diels H., *Die Fragmente der Vorsokratiker*, Ed. W. Kranz, Berlín, 1951. Citado por Kingsley P., *Filosofía antigua, misterios y magia, Empédocles y la tradición pitagórica*, Ediciones Atalanta, S.L., Girona, 2008, p.59.

¹⁵² Kingsley P., *Op.cit.*, p.460.

¹⁵³ *Ibid.*p.641.

“Perséfone era, en un principio, quien estaba más estrechamente relacionada con fuentes y torrentes. En la mitología, Perséfone era la guía de las ninfas, que eran las hijas del Océano y habitaban en fuentes y arroyos.”¹⁵⁴

“Las significaciones simbólicas del agua pueden reducirse a tres temas dominantes: fuente de vida, medio de purificación y centro de regeneración. Estos tres temas se hallan en las tradiciones más antiguas y forman las combinaciones imaginarias más variadas, al mismo tiempo que las más coherentes”.¹⁵⁵

El acabado es en tinta azul cobalto para evocar su color oceánico, cual reflejo celeste y tangible, y en su base polvo de mármol blanco al igual que en “Aer” que pretende hacer remembranza a la pureza que alcanza la “Terra” cuando la toca a su paso, nuevamente se infiere la presencia de “Ignis”, capaz de evaporarla y llevarla hasta el cielo, y descender para transformarse en “Aer”, y volver a esconderse en lo subterráneo o para formar los mares o los torrentes, dedicada al ciclo del agua, como un elemento cuya naturaleza es la transformación, la purificación y movimiento continuos, infinitos, a través de sus líneas describe su recorrido por etapas y estados, que siempre son dinámicos.

La línea inclinada, cuya verticalidad y rectitud contrastan con el resto de sus curvaturas, significa la lluvia, cual trazo franco de saeta que apunta a la tierra, y que desciende hacia ella, como si buscara penetrarla y poseerla, irrigarla, fecundarla, fundirse con ella, y después de ese contacto con el plano del horizonte, recorrerla, para comunicarle la vida, para habitar y descansar en ella, parta yacer en los ríos, lagos, mares y océanos, esa agua que acaricia la tierra, desde la fragilidad de una lágrima, hasta la implacable violencia de una tormenta para después ocultarse en la profundidad marina, posteriormente se torna ondulante y ascendente, a la vez simulando con su movimiento aparente, las algas marinas, los lirios acuáticos, las criaturas oceánicas que abandonan el reposo, es donde el agua adquiere esa espiritualidad que la purifica y separa nuevamente de todo contacto con la tierra, esa evaporación que la eleva al cielo como un rito que permite absolverla de toda terrenal aventura, y que remata en una curva hasta lo alto, como evocando con esa curvatura la silueta de una madre protectora, o el perfil del arcoíris en su máxima altura, con la promesa de volver para no interrumpir su infinito ciclo de vida.

¹⁵⁴ Ibid.p.462.

¹⁵⁵ Chevalier J., Diccionario de símbolos, Herder, Barcelona,1999, p. 53.

“Aer”.



Lámina 151. “Aer” (110 X 185 X 83, 2008, ferrocementoy concreto reforzado, colección del autor).

“Niebla y vapor: es eso precisamente Aer”.¹⁵⁶ Al igual que la anterior, la técnica empleada, es ferrocemento y concreto reforzado, en su parte superior, cubierta de alabastro gris, para hacer la remembranza de la neblina, del vapor que surge sobre las aguas y sobre la humedad de la tierra, y en su base, grano de mármol blanco tenuemente tinturado de azul, para evocar el agua que origina ese “Aer”, esa transformación que sufre “Aqua” por la presencia del calor de algún remoto “Ignis”.

Aer, el aire, sus curvaturas expresan su imperante libertad, y la verticalidad trazada, evoca su naturaleza intempestiva, capaz de ascender o descender, en un giro que la precipita, que la clava, que la hunde y la deja al filo del suelo, y de ahí, igualmente surgir del suelo mismo, del agua misma hacia arriba y retomar el ascenso.

“La humedad que fluía de la tierra se convirtió en agua. Y de igual modo, nació aer, elevándose como vapor del agua y de la tierra, -tal como a menudo sucede en

¹⁵⁶ Kingsley P., Op.cit., p.59.

baños de agua caliente. Pues el agua está enrarecida por efecto del calor, de acuerdo con la necesaria transformación de unos elementos en otros¹⁵⁷.

¹⁵⁷ Ibid.p.56.

“Ignis”.



Lámina 152. “Ignis” (38 X 42 X 32, 2008, ferrocementoy concreto reforzado, colección del autor).

“...resulta inevitable concluir que Empédocles equiparó a Hades con el elemento fuego”.¹⁵⁸ Pero de igual manera: “Hera representa el aer, y el nacimiento de Hefesto representa la transmutación de aer en fuego”.¹⁵⁹ Esta pieza realizada de ferrocemento y concreto reforzado, a lo largo de su linealidad, posee un contorno que pretende evocar la forma de una lengua ininterrumpida de lava ardiente, como caudal, como ráfaga de fuego que se eleva y es capaz de viajar en la tierra y en el aire sin ser detenida, como lengua de fuego provocada por una erupción pliniana, violenta, súbita.

Posee un terminado fluorescente rojizo a base de pigmentación directa y pulido con cera para evocar la luminosa naturaleza del fuego vivo, y en su base sobresalen rocas de tezontle rojo, las cuales evocan el efecto del fuego sobre la tierra durante las erupciones volcánicas, y como es que “Ignis” transforma a “Terra”.

¹⁵⁸ Ibid.p.59.

¹⁵⁹ Ibid.p.73.

Ignis, el fuego, representado como lava ardiente, que muestra su poder transformador y que en esa forma flamígera permite ser visto como un elemento capaz de salir de lo oculto, como un gigante que reposa bajo la tierra acumulando poder y fuerza y que surge al hacer erupción un volcán capaz de conmover la tierra, y también en esa manifestación de flama al ser evocado e invocado para surgir aparentemente de la nada, pero ser capaz de alcanzar las más imponentes dimensiones, partiendo tan sólo de una insipiente chispa incluso, y demostrar su capacidad para devorar cuanto elemento interrumpa su paso, y de transmutarlo, de calcinarlo, de separar al agua de la tierra y también del aire, para después volver a calmarse, y nuevamente ocultarse remontándose a un viaje de descanso, y permanecer invisible, como esperando se entienda la amenaza tras ser interrumpido en su sueño, so pena de despertarse y arrasarse con cuanto encuentre a su paso.

“Aither”.



Lámina 153. “Aither” (55 X 64 X 43, 2008, ferrocementoy concreto reforzado, colección del autor).

“Para Empédocles aither es el cielo y la parte exterior del universo, pero también es el aire que llega justo hasta la superficie de la tierra... El aire que nos rodea, el aire que respiramos, eso es precisamente aither”.¹⁶⁰

Esta pieza elaborada de concreto reforzado, de forma circular entrelazada, con dos vueltas concéntricas, y que a lo largo de su linealidad tiene contorno circular, su color dorado evoca lo más excelso entre los elementos, al semejar oro desenterrado, con textura de marcas y ralladuras que significan el esfuerzo por lograr su forma, su forja y a la base el carbón, para tener una completa remembranza de la fragua, que nos simboliza el trabajo o el sacrificio que exige la transformación, evidenciando el contraste de la materia oscura, inerte contra la luminosa y brillante energía que da la vida.

¹⁶⁰ Ibid.p.59.

Aither, busca a través de sus círculos concéntricos y entrelazados, mostrar la conexión de lo visible con lo invisible, del macrocosmos con el microcosmos, de lo universal con lo particular, y en si mismo, de lo espiritual, de lo etéreo, de lo intangible, de esa parte vital que yace oculta en el universo, pero que anima la existencia, la movilidad, la vida misma, es por ello que bien puede ser entendido como el aire que se respira, pero también como ese soplo de vida que todo lo anima.

Ese quinto elemento que sin poder ser demostrado, al menos si puede ser evidenciado como una realidad que no puede comprenderse ni detenerse, una realidad que fluye, que es mutante a través del misterio de la vida y la muerte, lo cual le da ese carácter infinito y absoluto, y que se comunica de un ser a otro como portando relevo a lo largo del tiempo, en una carrera cuyo inicio y final son absolutos misterios.



CONCLUSIONES:

El trabajo desarrollado a lo largo de esta investigación me ha permitido consolidar diversos conocimientos, tanto la identificación de los valores estéticos que pueden ser tocados por una obra escultórica, así como la complejidad que implica la capacidad de llevar a la realización tal meta.

Con la óptica estética los materiales por ajenos que hayan sido al área de las artes plásticas, al ser utilizados con esa visión de búsqueda de valor artístico, las cosas cambian, pero aun así he tenido que comprender que para lograr una meta tan abstracta, ha sido imprescindible el dominio práctico y técnico de los materiales, y para elevar esta investigación a un nivel académico, ha sido insoslayable el reconocimiento del mérito que han tenido todos los investigadores, científicos y artistas que han aportado unos factibilidad y mejores propiedades mecánicas a los materiales para facilitar su uso, otros en el desarrollo de ideas innovadoras que facilitan el uso de los diferentes productos, y los últimos en haber tenido la visión y la vocación para abrir paso a verdaderas obras artísticas realizadas en concreto armado o ferrocemento.

Entonces por lo anterior, la investigación con una finalidad plástica, ha sido para mí una experiencia absolutamente completa y multidisciplinaria, y considero además que no puede lograrse el manejo de un material tan utilizado a estas alturas de la historia sin haber investigado sus propiedades y sus alcances técnicos a fondo, por lo que todo el desarrollo que durante el primer capítulo dediqué a los elementos que se relacionan en la técnica del concreto reforzado y del ferrocemento estoy seguro de que eran imprescindibles de mencionarse y enumerarse para hacer más completa la presentación del potencial plástico que poseen, y cuya aplicación plástica es prácticamente infinita.

El repaso no sólo del uso del concreto reforzado y del ferrocemento en la escultura del siglo XX, sino también de las formas lineales o filiformes en la escultura por el mismo período de tiempo, era fundamental para retroalimentarme en relación a los antecedentes que ligan las obras de mi propuesta con los antecedentes correspondientes a las obras de escultores que han realizado obras tanto con los mismos materiales que yo empleo así como de formas similares a las que yo presento, la ventaja inexorable que trae por consecuencia ser productor a la vez que investigador en el campo mismo de producción, es la clave y condición inequívoca que puede a uno convertirlo en vanguardista, y en aportador. Era natural que en un mundo tan comunicado y cuya diversidad se ha enriquecido tanto, hayan existido escultores que

han visto valores artísticos tanto en los materiales que yo empleo, así como en formas similares a las de las obras de esta propuesta, eso me permitió darme cuenta de la factibilidad propositiva como ejercicio profundo que me alentó a buscar la conjunción tanto de los materiales como de las formas que antes ya han sido aceptadas y reconocidas artísticamente, y seguir explorando y abriendo paso a más aplicaciones, es por ello que para aterrizar en uno de los infinitos puntos de aplicación de estos materiales, seleccioné el tema de la línea infinita en los cinco elementos, como un tema de elección personal, por toda la evocación que desde muy pequeño me motivó a descubrir lo infinito, lo inmutable, lo desconocido y de ahí el pretexto no casual para elegir este tema y llevar a cabo a través de la evocación la forma final de las obras de esta propuesta cuyo análisis presenté al final como el punto al que después de todo lo presentado, fue al que quise llegar.

Con esta investigación he aprendido mucho sobre la visión con la que muchos pensadores, filósofos y artistas han querido definir el arte, la estética y la belleza, y me he dado cuenta de la gran diversidad que existe en torno a los conceptos, y sin pretender ahondar más allá de lo que ya presenté en el tercer capítulo, sólo puedo concluir que al tener una formación más bien apegada al método científico, he preferido ser práctico y aplicar en este campo de las artes plásticas algunos criterios que bien me han facilitado alcanzar soluciones a problemas en el campo de la ingeniería, y en este caso me pareció oportuno preferir las definiciones más simples, más llanas y discriminar las más elaboradas o complejas, acaso como buscando las unidades conceptuales más básicas que precisamente son las que permiten la construcción de definiciones más elaboradas, mismas que sin las básicas, jamás serían alcanzadas, es por ello que muy alejado de cualquier actitud científicista, mi definición predilecta quedó siendo esta de Kant:

“Bello es lo que place en el mero juicio (no en la sensación de los sentidos, ni mediante un concepto)”,¹⁶¹ de tal manera que esta definición es la principal referencia que me llevó a tener seguridad en aventurarme a mostrar las esculturas de mi propuesta y considerar que si para mí algo en ellas era bello, entonces existiría la posibilidad de que alguien que tuviera algo en común conmigo, también encontraría ese elemento de belleza en las mismas obras.

Otro aspecto que para mí fue una auténtica ganancia y aprendizaje, no sólo lo fue en el campo de las definiciones, sino también en el campo de la práctica, me pareció

¹⁶¹ Kant, I., Op. Cit., citado por Dacal, J.A, *Estética General*, México, Editorial Porrúa, 1990, p. 17.

un ejercicio creativo de múltiples aportaciones la conjunción de tantos elementos en una serie de esculturas, esto es, desde el tema que inspiró a la realización del ejercicio productivo, pasando por la investigación del tema mismo, por el conocimiento de los autores que han escrito sobre él, de los pensadores de la antigüedad y lo que se ha podido descubrir de ellos, y también de ese proceso misterioso que sucede en el interior de la mente cuando los conceptos se empiezan a conjugar, y empiezan a salir de la oscuridad de la inexistencia, tomando forma en la mente invitándome a darles vida, a darles la forma aparente y visible fuera de mi propia mente, y también de esa recompensa que significa el eco que se encuentra a través de la aceptación, del “juicio de gusto” por espectadores que reconocen en ellas ese elemento que en un principio me impulsó a mí a culminarlas.

Pero lo que auténticamente fue para mí la máxima ganancia en aprendizaje, fue darme cuenta con esta investigación, de que para lograr las esculturas de esta serie al preparar las herramientas y los materiales para poner manos a la obra, jugaron un papel fundamental múltiples factores que deseo enumerar para hacer un completo acopio de esta experiencia:

Mis recuerdos de infancia al jugar con el cemento, la arena y la grava que utilizaban los albañiles empleados en distintas obras que durante mis primeros años presencié en la casa donde vivía y donde realicé mis primeras piezas y mis primeros moldes con yeso, conocimientos adquiridos durante clases y prácticas cuando estudiaba ingeniería no sólo con los materiales citados, sino también con elementos elaborados de acero, alambre recocido, alambrón, malla de acero, varilla de construcción, barras de acero, y todo esto acompañado de prácticas con diferentes tipos de soldadura y ensamblaje mecánicos, también de mis conocimientos adquiridos en mi tiempo de ejercer la carrera de ingeniero en áreas de mantenimiento industrial, a donde me adiestré aun más en el manejo de más herramientas y más materiales, también al haber tenido la oportunidad de conocer al profesor Francisco Javier Tous Olagorta, con quién además de tomar clases en el Taller de Talla Directa en Piedra, gracias a él, me familiaricé con la forma intencional, con la forma causada a un material, con la tentativa de forma que empieza en la mente y termina en una pieza visible, tangible, además también agradezco a él, quién me planteó entrar en la Academia de San Carlos y estudiar la maestría con la mira de aprender y corresponder con la Universidad en ese camino de exploración del arte y de la producción artística a la luz del conocimiento formal, y más adelante también de ser alumno en el taller del Profesor Francisco Moyao Pérez (México, 1946-

2008), quién fue determinante para que fuera yo capaz de aprovechar mi habilidad con el concreto armado y el ferrocemento para aterrizar de lo técnico, de lo industrial, a lo artístico, a lo plástico, sin perder mi identidad, más bien enriqueciéndola para conjuntar mi experiencia y mi sed de conocimiento por los materiales y por las formas al experimentar en su taller y recordar su extenuante exigencia, junto con las invaluable aportaciones tanto teóricas como prácticas de Jorge Lozano, auxiliar del taller, gracias a quién pude también tomar bases teóricas y cuestionamientos que en su momento apuntó el Profesor Pablo E. Kubli como tutor y director de tesis para lograr la dirección al tema sin perder de vista la identidad artística de la investigación y aquellos recursos internos que enriquecerían y coadyuvarían en la concreción del presente trabajo. De tal suerte que los factores que yo he aprendido que son necesarios para lograr la culminación de un proyecto escultórico con bases documentales, es que este sólo puede darse como una consecución cuyo origen puede ser determinado muy precisamente, y a través del cual se reflejarán una gran cantidad de factores que apuntan a una misma meta, la producción artística consciente.

BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN.

LIBROS

Acha J.

Los Conceptos esenciales de las Artes Plásticas
México, Ediciones Coyoacán, S.A. de C.V., 1993.

American Iron and Steel Institute

Steel '76.

Washington,D.C., 1976.

American Society for Metals

“Metals Hand-book”

Metals Park, Ohio, 1948.

American Society of Testing and Materials (ASTM)

Proceedings (Vol.XI). 1911.

Annual Book of ASTM

Standards, 1976.

Artigas J.

UNAM MÉXICO

Guía de sitios y espacios, Primera edición, México, Dirección General de Publicaciones
y Fomento Editorial, UNAM.,2006.

Avner S.H.

Introducción a la metalurgia física

México, McGraw-Hill, 1988.

Brookes I.

The Chambers Dictionary

Edinburgh, Chambers, 2003.

Bowen,G.L.

A New Mesh for Ferrocement Construction

Nueva Zelanda, 1976.

Cassirer, E.
Filosofía de las formas simbólicas
México, FCE, 2003.

Cengel, Y. y Boles, M.
Termodinámica
Primera edición, México, McGraw-Hill Interamericana de México, S.A. de C.V., 1996.

Centro Nacional de Investigación
Documentación e información de Artes Plásticas del Instituto Nacional de Bellas Artes,
Iconografía de David Alfaro Siqueiros
México, Fondo de Cultura Económica, 1997.

Chevalier J.
Diccionario de símbolos
Herder, Barcelona, 1999.

Concrete a material for the new stone age a mast module
Materials Science and Technology
USA, 1995.

Croce, B.
La Poesía
Buenos Aires, Emecé Editores, 1954.

Dacal, J.A.
Estética General
México, Editorial Porrúa, 1990.

De Toro y Gisbert
Pequeño Larousse Ilustrado
Paris, Editorial Larousse, 1968.

Dewey, J.
El Arte como Experiencia
México, FCE, 1949.

Diels, H.
Die Fragmente der Vorsokratiker
Ed. W. Kranz, Berlín, 1951.

Echegoyen, J.
Historia de la filosofía
Volumen 3: filosofía contemporánea, Editorial Edinumen,
Barcelona, 1998.

Eco H.
La Definición del Arte
Barcelona, Ediciones Destino, 2005.

Farré, L.
Categorías estéticas, Aguilar
Madrid, 1966.

Fludd Robert
Utriusque cosmi
tomo I, Oppenheim, 1617.

Galicia S. H. R., García L.N., Herrera, M. A., Mayén G. J., Méndez A. M., Sánchez G. S.
Metrología Geométrica Dimensional
México, Editorial Agt Editor S. A., 2003.

Gombrich E.H.
La Historia del Arte
Editorial Sudamericana, Buenos Aires, 2004.

González G.F.
La Arquitectura Mexicana del Siglo XX
Conaculta, 2004.

Heidegger, M.
Arte y Poesía
México, FCE, 1973.

Hurd, M.K.
Ferrocement-Boatbuilding and Beyond
Concrete Construction, abril de 1977.

Kant, I.
Crítica del Juicio
Madrid, Librería Genreal Victoriano Suárez, Tomo I, 1958.

Katz, D.
Psicología de la forma
Madrid, Espasa-Calpe, S.A., 1945.

Kingsley P.
Filosofía antigua, misterios y magia, Empédocles y la tradición pitagórica.
Ediciones Atalanta, S.L., Girona, 2008.

Kirby, R.S. y Laurson, P.G.
The Early Years of Modern Civil Engineering
New Haven: Yale University Press, 1932.

Kumar Mehta P. y Monteiro P.J. M.
Concrete
New Jersey, Prentice Hall, 1993.

McCormac, J.C.
Diseño de estructuras de acero
México, Alfaomega, 2005.

McCormac, J.C.
Diseño de Concreto Reforzado
México, Alfaomega, 2005.

Monteforte, T. M.
Conversaciones con Mathias Goeritz
Siglo XXI Editores, 1993.

Nervi, P.L.
Structures,
Nueva York, 1956.

Olvera A.
El Ferrocemento y sus Aplicaciones
México, Alfaomega, 2002.

Organización Mundial de la Salud
Especificaciones Técnicas para el diseño de Estructuras de Ferrocemento
Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Lima, 2003.

Ortega y Gasset, J.
Introducción a una Estimativa, Obras Completas, t.VI
Revista de Occidente, Madrid, 1973.

Plowman J.
Directorio de escultura
Barcelona, Ed. Acanto, 2007.

Plutarco
Placita Philosophorum
Ed. J. Mau, Leipzig, 1981.

Paul, B.K. y Pama, R.P.
Ferrocemento
México, Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto, A.C., Editorial Limusa, S.A. de C.V., 1984.

Real Academia Española
Diccionario Manual e Ilustrado de la Lengua Española
Madrid, Espasa-Calpe, S.A., 1979.

Roob, A.
Alquimia y mística
Ed. Taschen, Colonia, 2006.

Santayana, G.
El Sentido de la Belleza
Barcelona, Montaner y Simón, S.A., 1968.

Siqueiros D.A.
Como se Pinta un Mural
México, Ediciones Taller Siqueiros, 3ª Edición, 1979.

Silva F.
“La Escultura y otros menesteres”
UNAM., 1987.

Storch de Gracia y Asensio
El Arte Grecia
Madrid, Brosmec, S.A., 2003.

Tibol, R.
Pedro Cervantes
Primera edición, México, SEP, 1974.

Taine H.
Filosofía del Arte
México, Editorial Porrúa, 1994.

UNIDO
Boats from Ferrocement. Utilization of Shipbuilding and Repair Facilities Series N° 1
Naciones Unidas, Nueva York, 1972.

Walpole R. y Myers, R.
Probabilidad y Estadística
México, Mc GrawHill, 1992.

REVISTAS

Byrne, J.G. y Wright, W.

An Investigation of Ferrocement Using Expanded Metal
Concrete and Construction Engineering, vol.56, (Diciembre de 1961).

Campos P. A.

El Pantheon, Construcción y Tecnología.
Núm. 248, (Enero 2009).

Chao, Enrique

La escultura y la dimensión del concreto
En: Construcción y tecnología , vol. 16, núm. 176 (Enero 2003).

Díaz Gómez, Cutberto

El primer edificio de concreto armado de la ciudad de México “estudio de la estructura”
En: Revista del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto , vol. 2, núm. 7 (Marzo 1964).

M.H. Sawyer

“World’s First Iron Bridge”
Civil Engineering, Nueva York, ASCE, (Diciembre 1979).

Morgan, R.G.

History of and Experience With Concret Ships.
Berkeley, University of California. (Septiembre de 1975).

Raymundo Ángel Fernández Contreras

“The Route of Friendship a Testimony to México City’s Aesthetic Modernity”
Voices of México, Issue 82 May- August 2008.

Walkus, B.R. y Kowalski, T.G.

Ferrocement: A Survey.
Concrete , Cement and Concrete Association of London, (Febrero de 1971).

Wilcox, S.

From the mists of time ...
En: International Cement Review (July 1995)

FUENTES ELECTRÓNICAS

http://www.hylsamex.com.mx/hylsa_dav/hylsaDAV_ps_varilla.htm

http://wetfree.com.mx/quimicret_catalogos_aditivos.html

<http://www.noguchi.org/magnesite.html>

<http://www.noguchi.org/mexico.html>

<http://www.noguchi.org/intextpub.html#histmex>

http://www.associatedcontent.com/article/1027432/picasso_chose_kristinehamn.html?cat=16

http://www.war-memorial.net/mem_det.asp?ID=104

http://www.chugoku-np.co.jp/hiroshima-koku/en/.../index_20080225.html

<http://www.sapporo-park.or.jp/moere/english.php>

http://www.usc.edu/org/fishergallery/exhibitions_juliogonzalez.shtml

http://www.scultura-italiana.com/Approfondimenti/Forme_uniche.htm

<http://www.logoi.org/english/images/uploads/pheidippidespic500.jpg>

http://en.wikipedia.org/wiki/Media:William_Kelly.jpg

http://stevecotler.com/tales/wp-content/uploads/2008/04/henry_bessemer.jpg

http://www.bernd-nebel.de/bruecken/3_bedeutend/ironbridge/bilder/ironbridge%201.jpg

http://www.americancorner.org.tw/americaslibrary/assets/jb/reform/jb_reform_otis_3_e.jpg

http://www.photozo.com/album/data/7320/Eiffel_Tower_.jpg

[http://www2.uca.es/orgobierno/extension/200511FOTOS/Vesubio%20\(13\).jpg](http://www2.uca.es/orgobierno/extension/200511FOTOS/Vesubio%20(13).jpg)

<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Pantheon-panini.jpg>

<http://en.structurae.de/photos/index.cfm?JS=1541>

<http://en.structurae.de/photos/index.cfm?JD=53>

<http://en.structurae.de/photos/index.cfm?JD=43>

http://www.lystsejleren.dk/billeder/lambot_dingy_.gif

http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:%C3%81ngel_Ortiz_Monasterio.jpg

<http://www.flickr.com/photos/28146866@N00/1502366816/>

http://en.wikipedia.org/wiki/Fountain_of_Time

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/0/0d/BlackHawkStatue_003.jpg

<http://www.flickr.com/photos/quadrofonic/2176680311/sizes/l/in/set-72157603665919973/>

<http://www.cedae.rj.gov.br/img/noticias/cristo.jpg>

<http://www.cristorei.pt/html/?id=6#>

<http://www.flickr.com/photos/10845086@N07/2160221226/>

<http://www.flickr.com/photos/catfuzz/2904003384/>

<http://www.realnd.com/jamestownbuffaloindex.htm>

http://www.communityarts.net/readingroom/archivefiles/2005/06/the_gentle_gian.php

http://www.kunstenpubliekeruimte.nl/werk_75.html

<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=261827>

http://italianparty.altervista.org/San_Gimignano.jpg

<http://www.flickr.com/photos/caparros32/2343295830/>

http://www.freedompark.org/atlant_ndx_02.html

<http://www.epdlp.com/pintor.php?id=216>

<http://www.noguchi.org/lunarinfant.htm>

<http://img141.imageshack.us/img141/1593/1835pc.jpg>

<http://discursovisual.cenart.gob.mx>

<http://www.flickr.com/photos/rageforst/949522620/sizes/l/>

<http://www.flickr.com/photos/14774245@N05/1860941195/>

<http://www.flickr.com/photos/cincinnati/547076179/>

<http://www.associatedcontent.com/image/357024/index.html?cat=16>

<http://www.subirachs.org/fotos/mc05.en.shtml>

<http://www.subirachs.org/biografia/index.ct.html>

<http://www.flickr.com/photos/peturm1/2626178800/>

<http://www.flickr.com/photos/pandilex/412066814/>

<http://www.landliving.com/articles/0000000899.aspx>

<http://www.noguchi.org/inwqueen.htm>

http://home.broadpark.no/~lhellemo/gallery/architecture/Le_Corbusier_front.jpg.html

http://www.arthistoryclub.com/art_history/Image:Gehry-tower-hanover.jpg

<http://www.flickr.com/photos/hanneorla/2200013833/>

<http://www.flickr.com/photos/marcosfuentes/920892771/>

<http://www.govertheikoop.com/groot/fiber.jpg>

<http://www.sculpture.net/community/showthread.php?p=28982>

<http://www.sculpture.net/community/showthread.php?p=28982>

http://www.morning-earth.org/ARTISTNATURALISTS/AN_Goldsworthy.html

<http://estructuras.eia.edu.co/alavida.jpg>

http://www.flickr.com/photos/dawn_of_a_new_day/366325794/sizes/l/

<http://www.hiandlomodern.com/IMAGES/ART/abstracthelixsculpture2.jpg>

<http://www.renfe.es/escultura/obras/cepa1.htm>

http://skabir-fiberart.com/fiber_sulpture.php

<http://ein-hod.info/artists/zaretsky/line/>

http://www.flickr.com/photos/sylvain_gamel/69714019/sizes/o/

<http://www.flickr.com/photos/nostri-imago/2866133507/in/set-72157607352315035/>

http://www.cucba.udg.mx/paginas_avisos/german_cueto.htm

<http://arte-mexico.com/eguerrero/mathiasgoeritz/>

<http://www.hh-h.com/artists/caro.php>

http://www.usc.edu/org/fishergallery/exhibitions_juliogonzalez.shtml

<http://www.gowlangsfordgallery.co.nz/artists/venet/default.asp?artwork=366>

<http://www.flickr.com/photos/petulak/2892392562/>

http://www.slav.helsinki.fi/studies/huttunen/mosaiikki/en/own-alien/extras/tatli010_opt.jpg

http://www.all-art.org/art_20th_century/cubism/gabo/20.jpg

<http://www.flickr.com/photos/miguelherrera/273406011/>

<http://www.gla.ac.uk/departments/philosophy/Personnel/susan/WebpagesSCATS0506/MartynSandy/kant.jpg>

<http://symploke.trujaman.org/images/0/0c/Empdocles.jpg>

<http://deacero.com/Web/Deacero/Esp/Productos/CribaGranoDePlata.asp?Op1=1&op2=CribaGranoDePlata>

http://www.hylsamex.com.mx/hylsa_dav/hylsaDAV_ps_dimensiones.htm

INDICE DE LÁMINAS

LÁMINA 1. ESCULTURA DE FEIDÍPIDES EN ATENAS.

Imagen obtenida en:

<<http://www.logoi.org/english/images/uploads/pheidippidespic500.jpg>>, [Consulta 7 Noviembre 2008].

LÁMINA 2. WILLIAM KELLY.

Imagen obtenida en:

<http://en.wikipedia.org/wiki/Media:William_Kelly.jpg>, [Consulta 3 Abril 2009].

LÁMINA 3. SIR HENRY BESSEMER.

Imagen obtenida en:

<http://stevecotler.com/tales/wp-content/uploads/2008/04/henry_bessemer.jpg>, [Consulta 7 Noviembre 2008].

LÁMINA 4. PUENTE COALBROOKDALE.

Imagen obtenida en:

<http://www.bernd-nebel.de/bruecken/3_bedeutend/ironbridge/bilder/ironbridge%201.jpg>, [Consulta 7 Noviembre 2008].

LÁMINA 5. EDIFICIO DE LA HOME INSURANCE COMPANY DE CHICAGO.

Imagen obtenida en:

<http://www.americancorner.org.tw/americaslibrary/assets/jb/reform/jb_reform_otis_3_e.jpg>, [Consulta 7 Noviembre 2008].

LÁMINA 6. LA TORRE EIFFEL.

Imagen obtenida en:

<http://www.photozo.com/album/data/7320/Eiffel_Tower_.jpg>, [Consulta 3 Junio 2010].

LÁMINA 7. EL VESUBIO.

Imagen obtenida en:

<[http://www2.uca.es/orgobierno/extension/200511FOTOS/Vesubio%20\(13\).jpg](http://www2.uca.es/orgobierno/extension/200511FOTOS/Vesubio%20(13).jpg)>, [Consulta 7 Noviembre 2008].

LÁMINA 8. EL PANTHEON.

Imagen obtenida en:

<<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Pantheon-panini.jpg>>, [Consulta 3 Abril 2009].

LÁMINA 9. LOUIS VICAT.

Imagen obtenida en:

Wilcox, S. From the mists of time ... En: International Cement Review (July 1995) p. 73.

LÁMINA 10. PONT DE SOUILLAC Ó PONT LOUIS VICAT.

Imagen obtenida en:

<<http://en.structurae.de/photos/index.cfm?JS=1541>>, [Consulta 7 Noviembre 2008].

LÁMINA 11. JOSEPH MONIER.

Imagen obtenida en:

<<http://en.structurae.de/photos/index.cfm?JD=53>>, [Consulta 3 Abril 2009].

LÁMINA 12. JOSEPH LOUIS LAMBOT.

Imagen obtenida en:

<<http://en.structurae.de/photos/index.cfm?JD=43>>, [Consulta 7 Noviembre 2008].

LÁMINA 13. BOTE DE JOSEPH LAMBOT DE FERROCEMENTO.

Imagen obtenida en:

<http://www.lystsejleren.dk/billeder/lambot_dingy_.gif>, [Consulta 3 Abril 2009].

LÁMINA 14. FRANCOISE HENNEBIQUE.

Imagen obtenida en:

Díaz Gómez, Cutberto. El primer edificio de concreto armado de la ciudad de México “estudio de la estructura” .- En: Revista del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto , vol. 2, núm. 7 (marzo 1964) p. 22.

LÁMINA 15. CONTRALMIRANTE ÁNGEL ORTIZ MONASTERIO.

Imagen obtenida en:

<http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:C3%81ngel_Ortiz_Monasterio.jpg>, [Consulta 7 Noviembre 2008].

LÁMINA 16. ING. MIGUEL REBOLLEDO.

Imagen obtenida en:

Díaz Gómez, Cutberto. El primer edificio de concreto armado de la ciudad de México “estudio de la estructura” .- En: Revista del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto , vol. 2, núm. 7 (marzo 1964) p. 18.

LÁMINA 17. PRIMERA CONSTRUCCIÓN DE CONCRETO ARMADO EN LA REPÚBLICA MEXICANA. ESQUINA DE ARTES Y PARÍS, CIUDAD DE MÉXICO.

Imagen obtenida en:

Díaz Gómez, Cutberto. El primer edificio de concreto armado de la ciudad de México “estudio de la estructura” .- En: Revista del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto , vol. 2, núm. 7 (marzo 1964) p. 20.

LÁMINA 18. LORADO TAFT, "FOUNTAIN OF TIME", 1920.

Imagen obtenida en:

<<http://www.flickr.com/photos/28146866@N00/1502366816/>>, [Consulta 3 Abril 2009].

LÁMINA 19. LORADO TAFT, "FOUNTAIN OF TIME", DETALLE.

Imagen obtenida en:

<http://en.wikipedia.org/wiki/Fountain_of_Time>, [Consulta 7 Noviembre 2008].

LÁMINA 20. LORADO TAFT, “BLACK HAWK STATUE” 1911.

Imagen obtenida en:

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/0/0d/BlackHawkStatue_003.jpg >, [Consulta 7 Noviembre 2008].

LÁMINA 21. SAMUEL PERRY DINSMOOR, “GARDEN OF EDEN” 1927. Imagen obtenida en:

<<http://www.flickr.com/photos/quadrofonic/2176680311/sizes/l/in/set-72157603665919973/>>, [Consulta 3 Abril 2009].

LÁMINA 22. PAUL LANDOWSKI, “O CRISTO REDENTOR” 1931.

Imagen obtenida en:

<<http://www.cedae.rj.gov.br/img/noticias/cristo.jpg>>, [Consulta 7 Noviembre 2008].

LÁMINA 23. FRANCISCO FRANCO, “CRISTO REI” 1959.

Imagen obtenida en:

<<http://www.cristorei.pt/html/?id=6#>>, [Consulta 9 Marzo 2009].

LÁMINA 24. VLADIMIR ALVARADO, “EL CRISTO DE LAS NOAS” 1973.

Imagen obtenida en:

<<http://www.flickr.com/photos/10845086@N07/2160221226/>>, [Consulta 8 Marzo 2009].

LÁMINA 25. MID-CONTINENT SUPPLY COMPANY, “GOLDEN DRILLER” 1953.

Imagen obtenida en:

<<http://www.flickr.com/photos/catfuzz/2904003384/>>, [Consulta 8 Noviembre 2008].

LÁMINA 26. ELMER PAUL PETERSON, “JAMES TOWN BUFFALO” 1959.

Imagen obtenida en:

<<http://www.realnd.com/jamestownbuffaloindex.htm>>, [Consulta 27 Diciembre 2009].

LÁMINA 27. JIMMY BOYLE, “THE GENTLE GIANT, GULLIVER”.

Imagen obtenida en:

<http://www.communityarts.net/readingroom/archivefiles/2005/06/the_gentle_gian.php>,[Consulta 7 Enero 2009].

LÁMINA 28. AD DEKKERS, “GEBROKEN CIRKEL”.

Imagen obtenida en:

<http://www.kunstenpubliekeruimte.nl/werk_75.html>,[Consulta 7 Enero 2009].

LÁMINA 29. MATHIAS GOERITZ, “EL ANIMAL” 1949.

Imagen obtenida en:

<<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=261827>>, [Consulta 8 Noviembre 2008].

LÁMINA 30. “TORRES DE SAN GIMIGNANO”, ITALIA.

Imagen obtenida en:

<http://italianparty.altervista.org/San_Gimignano.jpg>, [Consulta 6 Noviembre 2008].

LÁMINA 31. LUIS BARRAGÁN Y MATHIAS GOERITZ, “TORRES DE SATÉLITE” 1958.

Imagen obtenida en:

<<http://www.flickr.com/photos/caparros32/2343295830/>>, [Consulta 6 Noviembre 2008].

LÁMINA 32. SOL LEWITT, “54 COLUMNS” (ATLANTA) 1999.

Imagen obtenida en:

<http://www.freedompark.org/atlant_ndx_02.html>, [Consulta 16 Noviembre 2008].

LÁMINA 33. EDUARDO CHILLIDA, “ELOGIO DEL HORIZONTE” 1990.

Imagen obtenida en:

<<http://www.epdlp.com/pintor.php?id=216>>, [Consulta 27 Diciembre 2008].

LÁMINA 34. ISAMU NOGUCHI, LUNAR INFANT, 1944.

Imagen obtenida en:

<<http://www.noguchi.org/lunarinfant.htm>>, [Consulta 27 Diciembre 2008].

LÁMINA 35. ISAMU NOGUCHI, “HISTORY MEXICO” 1936.

Imagen obtenida en visita al mercado Abelardo Rodríguez por el autor.

LÁMINA 36. ISAMU NOGUCHI, “HISTORY MEXICO” 1936, detalle.

Imagen obtenida en visita al mercado Abelardo Rodríguez por el autor.

LÁMINA 37. DAVID ALFARO SIQUEIROS,

“EL PUEBLO A LA UNIVERSIDAD;

LA UNIVERSIDAD AL PUEBLO” 1952.

Imagen obtenida en visita a Ciudad Universitaria por el autor.

LÁMINA 38. DAVID ALFARO SIQUEIROS, “LA VELOCIDAD” 1953.

Imagen obtenida por el autor, en visita a la explanada de la Secretaría de Relaciones Exteriores frente al Hemiciclo a Juárez sobre Av. Juárez en la Ciudad de México.

LAMINA 39. FRANCISCO ZUÑIGA,

La Riqueza del Mar

Imagen obtenida por el autor en visita al puerto de Veracruz.

LAMINA 40. FRANCISCO ZUÑIGA,

La Pesca y la Cosecha

Imagen obtenida por el autor en visita al puerto de Veracruz.

LAMINA 41. FRANCISCO ZUÑIGA,

La Pesca y la Cosecha, detalle.

Imagen obtenida por el autor en visita al puerto de Veracruz.

LÁMINA 42. OLIVERIO MARTÍNEZ,

MONUMENTO A LA REVOLUCION DETALLE.

Imagen obtenida en:

<<http://img141.imageshack.us/img141/1593/1835pc.jpg>>, [Consulta 7 Noviembre 2008].

LÁMINA 43. ORTIZ MONASTERIO, MONUMENTO A LA MADRE.

Imagen obtenida en:

<<http://discursovisual.cenart.gob.mx>>, [Consulta 7 Noviembre 2008].

LÁMINA 44. IGNACIO ASÚNSOLO, FAMILIA PROLETARIA.

Imagen obtenida en:

<<http://www.flickr.com/photos/rageforst/949522620/sizes/l/>>, [Consulta 7 Noviembre 2008].

LÁMINA 45. ANTONI GAUDÍ, DETALLE EN PARQUE GUELL.

Imagen obtenida en:

<<http://www.flickr.com/photos/14774245@N05/1860941195/>>, [Consulta 7 Enero 2009].

LÁMINA 46. ANTONI GAUDI, DETALLE CASA MILÁ.

Imagen obtenida en:

<<http://www.flickr.com/photos/cincinnati/547076179/>>, [Consulta 7 Enero 2009].

LÁMINA 47. PABLO PICASSO, Jacqueline Roque, 1965.

Imagen obtenida en:

<<http://www.associatedcontent.com/image/357024/index.html?cat=16>>, [Consulta 8 Septiembre 2009].

LÁMINA 48. JOSEP MARIA SUBIRACHS,
“MONUMENTO A RAMON LLULL”, 1976.

Imagen obtenida en:

<<http://www.subirachs.org/fotos/mc05.en.shtml>>, [Consulta 27 Diciembre 2008].

LÁMINA 49 JOSEP MARÍA SUBIRACHS,
ESTACIÓN 11 “MEXICO”.

Imagen obtenida en:

<<http://www.subirachs.org/biografia/index.ct.html>>, [Consulta 27 Diciembre 2008].

LÁMINA 50. ÁNGELA GURRÍA, ESTACIÓN 1 “SEÑALES”.

Imagen obtenida en:

Raymundo Ángel Fernández Contreras, *The Route of Friendship a Testimony to México City's Aesthetic Modernity*, *Voices of México*, Issue 82 May- August 2008, p. 33.

LÁMINA 51 WILLI GUTMANN, ESTACIÓN 2, “EL ANCLA”.

Imagen obtenida en:

Raymundo Ángel Fernández Contreras, *The Route of Friendship a Testimony to México City's Aesthetic Modernity*, *Voices of México*, Issue 82 May- August 2008, p. 34.

LÁMINA 52. MIROSLAV CHLUPAC, ESTACIÓN 3,
“LAS TRES GRACIAS”.

Imagen obtenida en:

Raymundo Ángel Fernández Contreras, *The Route of Friendship a Testimony to México City's Aesthetic Modernity*, *Voices of México*, Issue 82 May- August 2008, p. 39.

LÁMINA 53. KIOSHI TAKAHASHI, ESTACIÓN 4, “ESFERAS”.

Imagen obtenida en:

Raymundo Ángel Fernández Contreras, *The Route of Friendship a Testimony to México City`s Aesthetic Modernity*, *Voices of México*, Issue 82 May- August 2008, p. 35.

LÁMINA 54. PIERRE SZEKELI, ESTACIÓN 5, “EL SOL BÍPEDO”.

Imagen obtenida en:

Raymundo Ángel Fernández Contreras, *The Route of Friendship a Testimony to México City`s Aesthetic Modernity*, *Voices of México*, Issue 82 May- August 2008, p. 36.

LÁMINA 55. GONZALO FONSECA, ESTACIÓN 6, “TORRE DE LOS VIENTOS”.

Imagen obtenida en:

Raymundo Ángel Fernández Contreras, *The Route of Friendship a Testimony to México City`s Aesthetic Modernity*, *Voices of México*, Issue 82 May- August 2008, p. 40.

LÁMINA 56. CONSTANTINO NIVOLA, ESTACIÓN 7, “HOMBRE DE PAZ”.

Imagen obtenida en:

Raymundo Ángel Fernández Contreras, *The Route of Friendship a Testimony to México City`s Aesthetic Modernity*, *Voices of México*, Issue 82 May- August 2008, p. 35.

LÁMINA 57. JAQUES MOESCHAL, ESTACIÓN 8, “SIN TÍTULO”.

Imagen obtenida en:

Raymundo Ángel Fernández Contreras, *The Route of Friendship a Testimony to México City`s Aesthetic Modernity*, *Voices of México*, Issue 82 May- August 2008, p. 37.

LÁMINA 58. TODD WILLIAMS, ESTACIÓN 9, “LA RUEDA MÁGICA”.

Imagen obtenida en:

Raymundo Ángel Fernández Contreras, *The Route of Friendship a Testimony to México City`s Aesthetic Modernity*, *Voices of México*, Issue 82 May- August 2008, p. 40.

LÁMINA 59. GRZEGORZ KOWALSKI, ESTACIÓN 10, “RELOJ SOLAR”.

Imagen obtenida en:

Raymundo Ángel Fernández Contreras, *The Route of Friendship a Testimony to México City`s Aesthetic Modernity*, *Voices of México*, Issue 82 May- August 2008, p. 38.

LÁMINA 60. CLEMENT MEADMORE, ESTACIÓN 12, “SIN TITULO”.

Imagen obtenida en:

Raymundo Ángel Fernández Contreras, *The Route of Friendship a Testimony to México City`s Aesthetic Modernity*, *Voices of México*, Issue 82 May- August 2008, p. 39.

LÁMINA 61. HEBERT BAYER, ESTACIÓN 13, “MURO ARTICULADO”.

Imagen obtenida en:

Raymundo Ángel Fernández Contreras, *The Route of Friendship a Testimony to México City`s Aesthetic Modernity, Voices of México*, Issue 82 May- August 2008, p. 34.

LÁMINA 62. JOOP J. BELJON, ESTACIÓN 14, “TERTULIA DE GIGANTES”.

Imagen obtenida en:

Raymundo Ángel Fernández Contreras, *The Route of Friendship a Testimony to México City`s Aesthetic Modernity, Voices of México*, Issue 82 May- August 2008, p. 41.

LÁMINA 63. ITZHAK DANZINGER, ESTACIÓN 15, “PUERTA DE PAZ”.

Imagen obtenida en:

Raymundo Ángel Fernández Contreras, *The Route of Friendship a Testimony to México City`s Aesthetic Modernity, Voices of México*, Issue 82 May- August 2008, p. 38.

LÁMINA 64. OLIVER SEGUIN, ESTACIÓN 16, “SIN TITULO”.

Imagen obtenida en:

Raymundo Ángel Fernández Contreras, *The Route of Friendship a Testimony to México City`s Aesthetic Modernity, Voices of México*, Issue 82 May- August 2008, p. 38.

LÁMINA 65. MOHAMED MELEHI, ESTACIÓN 17,
“DULCE AFRICANO ROSCADO”.

Imagen obtenida en:

Raymundo Ángel Fernández Contreras, *The Route of Friendship a Testimony to México City`s Aesthetic Modernity, Voices of México*, Issue 82 May- August 2008, p. 35.

LÁMINA 66. JORGE DUBÓN, ESTACIÓN 18, “SIN TITULO”.

Imagen obtenida en:

Raymundo Ángel Fernández Contreras, *The Route of Friendship a Testimony to México City`s Aesthetic Modernity, Voices of México*, Issue 82 May- August 2008, p. 41.

LÁMINA 67. HELEN ESCOBEDO, ESTACIÓN 19, “PUERTA AL VIENTO”.

Imagen obtenida en:

Raymundo Ángel Fernández Contreras, *The Route of Friendship a Testimony to México City`s Aesthetic Modernity, Voices of México*, Issue 82 May- August 2008, p. 40.

LÁMINA 68. MATHIAS GOERITZ, INVITADO, “LA OSA MAYOR”.

Imagen obtenida en:

Raymundo Ángel Fernández Contreras, *The Route of Friendship a Testimony to México City`s Aesthetic Modernity, Voices of México*, Issue 82 May- August 2008, p. 41.

LÁMINA 69. GERMÁN CUETO, INVITADO, “HOMBRE CORRIENDO”. Imagen obtenida en:
Raymundo Ángel Fernández Contreras, The Route of Friendship a Testimony to México City`s Aesthetic Modernity, Voices of México, Issue 82 May- August 2008, p. 41.

LÁMINA 70. ALEXANDER CALDER, INVITADO, “SOL ROJO”.
Imagen obtenida en:
Raymundo Ángel Fernández Contreras, The Route of Friendship a Testimony to México City`s Aesthetic Modernity, Voices of México, Issue 82 May- August 2008, p. 41.

LÁMINA 71. ESPACIO ESCULTÓRICO.
Imagen obtenida en:
Artigas J., UNAM MÉXICO, Guía de sitios y espacios, Primera edición, México, Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial, UNAM., 2006, p. 180.

LÁMINA 72. FEDERICO SILVA, RUPESTRE,
(PIEDRA TLALMIMILOLPA).
Imagen obtenida por el autor en visita al museo Federico Silva en San Luis Potosí.

LÁMINA 73. MEMORIAL TO THE MURDERED JEWS OF EUROPE.
Imagen obtenida en:
<<http://www.flickr.com/photos/peturm1/2626178800/>>, [Consulta 3 Abril 2009].

LÁMINA 74. MEMORIAL CENOTAPH, IROSHIMA.
Imagen obtenida en:
<<http://www.flickr.com/photos/pandilex/412066814/>>, [Consulta 25 Noviembre 2008].

LÁMINA 75. ISAMU NOGUCHI, DETALLE DEL MURAL
“HISTORY MÉXICO”.
Imagen obtenida por el autor en visita al mercado Abelardo Rodríguez en Ciudad de México.

LÁMINA 76. ISAMU NOGUCHI, “MOERENUMA PARK”.
Imagen obtenida en:
<<http://www.landliving.com/articles/0000000899.aspx>>, [Consulta 3 Abril 2009].

LÁMINA 77. ISAMU NOGUCHI.
Imagen obtenida en:
<<http://www.noguchi.org/inwqueen.htm>>, [Consulta 4 Abril 2009].

LÁMINA 78. LE CORBUSIER, “NOTRE DAME DU HAUT, OR RONCHAMP”.
Imagen obtenida en:
<http://home.broadpark.no/~lhellemo/gallery/architecture/Le_Corbusier_front.jpg.html>, [Consulta 11 Enero 2009].

LÁMINA 79. FRANK GEHRY, “THE GEHRY TOWER IN HANNOVER”.

Imagen obtenida en:

<http://www.arthistoryclub.com/art_history/Image:Gehry-tower-hanover.jpg>, [Consulta 11 Enero 2009].

LÁMINA 80. SANTIAGO CALATRAVA, PALACIO DE ARTE DOÑA SOFÍA, ÓPERA, VALENCIA.

Imagen obtenida en:

<<http://www.flickr.com/photos/hanneorla/2200013833/>>, [Consulta 7 Enero 2009].

LÁMINA 81. FELIX CANDELA, “EL PALACIO DE LOS DEPORTES”.

Imagen obtenida en:

<<http://www.flickr.com/photos/marcosfuentes/920892771/>>, [Consulta 3 Abril 2009].

LÁMINA 82. “EL ARPISTA DE KEROS”.

Imagen obtenida en:

Storch de Gracia y Asensio, El Arte Grecia, Madrid, Brosmec, S.A., 2003, p.70.

LÁMINA 83. ALBERTO VENEGAS, INTERIOR DE GARABATO.

Imagen obtenida en:

Venegas A., Línea- Garabatos: Proyecto, México, SHCP, 2007, p. 27.

LÁMINA 84. OBRA DE GOVERT HEIKOOP.

Imagen obtenida en:

<<http://www.govertheikoop.com/groot/fiber.jpg>>, [Consulta 7 Enero 2009].

LÁMINA 85. HEATHER DADAK, MOBIUS OUROBURUS.

Imagen obtenida en:

Plowman J., Directorio de escultura, Barcelona, Ed. Acanto, 2007, p. 244.

LÁMINA 86. JESUS BAUTISTA MOROLES

REALIZANDO TALLA DE GRANITO.

Imagen obtenida en:

<<http://www.sculpture.net/community/showthread.php?p=28982>>, [Consulta 8 Mayo 2010].

LÁMINA 87. JESUS BAUTISTA MOROLES,

“BIRMINGHAM BOTANICAL GARDENS”.

Imagen obtenida en:

<<http://www.sculpture.net/community/showthread.php?p=28982>>, [Consulta 8 Mayo 2010].

LÁMINA 88. ANDY GOLDSWORTHY.

“ICE SPIRAL: TREESOUL”.

Imagen obtenida en:

<http://www.morning-earth.org/ARTISTNATURALISTS/AN_Goldsworthy.html>, [Consulta 18 Octubre 2009].

LÁMINA 89. RODRIGO ARENAS “MONUMENTO A LA VIDA”.

Imagen obtenida en:

<<http://estructuras.eia.edu.co/alavida.jpg>>, [Consulta 4 Enero 2010].

LÁMINA 90. TONY CRAGG,

Point of View

Imagen obtenida en:

<http://www.flickr.com/photos/dawn_of_a_new_day/366325794/sizes/l/>, [Consulta 5 Julio 2010].

LÁMINA 91. DAN MURPHY, “HELIX SCULPTURE”.

Imagen obtenida en:

<<http://www.hiandlomodern.com/IMAGES/ART/abstracthelixsculpture2.jpg>>, [Consulta 9 Enero 2009].

LÁMINA 92. MACHÚ HARRAS, “CEPA 1”.

Imagen obtenida en:

<<http://www.renfe.es/escultura/obras/cepa1.htm>>, [Consulta 7 Enero 2009].

LÁMINA 93. SHAFIQL KABIR, “FIBER SCULPTURE”.

Imagen obtenida en:

<http://skabir-fiberart.com/fiber_sculpture.php>, [Consulta 3 Junio 2009].

LÁMINA 94. DAN ZARETSKY, “CINCO MÚSICOS”.

Imagen obtenida en:

<<http://ein-hod.info/artists/zaretsky/line/>>, [Consulta 17 Mayo 2009].

LÁMINA 95. BEBOPERA GARABATO II, JAZZAMOART.

Imagen obtenida en:

Jazzamoart, De tríos y beboperas, Galería Pecanins, México, 2002, p. 19.

LÁMINA 96. ALBERTO GIACOMETTI, “HOMBRE CAMINANDO”.

Imagen obtenida en:

<http://www.flickr.com/photos/sylvain_gamel/69714019/sizes/o/>, [Consulta 9 Marzo 2009].

LÁMINA 97. LOUISE BOURGEOIS, “MAMAN”.

Imagen obtenida en:

<<http://www.flickr.com/photos/nostri-imago/2866133507/in/set-72157607352315035/>>, [Consulta 4 Enero 2010].

LÁMINA 98. EL HOMBRE Y LA PESCA, PEDRO CERVANTES.

Imagen obtenida en:

Tibol, R., Pedro Cervantes, primera edición, México, SEP, 1974, p.101.

LÁMINA 99. OBRA DE GERMÁN CUETO.

Gernán Cueto, pieza filiforme . [En línea] disponible en:

<http://www.cucba.udg.mx/paginas_avisos/german_cueto.htm>, [Consulta 13 Marzo 2009].

LÁMINA 100. MATTHIAS GOERITZ BRUNNER , MODELO DE LA SERPIENTE DE “EL ECO”.

Imagen obtenida en:

<<http://arte-mexico.com/eguerrero/mathiasgoeritz/>>, [Consulta 3 Abril 2009].

LÁMINA 101. ANTONY CARO, “WRITING PIECE WELL”.

Imagen obtenida en:

< <http://www.hh-h.com/artists/caro.php>>, [Consulta 12 Junio 2009].

LÁMINA 102. DAVID SMITH, “PAISAJE DEL RÍO HUDSON”.

Imagen obtenida en:

Manca, J., Bade, P., Costello, S., 1000 Esculturas de los Grandes Maestros, Númen, 2007, p.428.

LÁMINA 103. JULIO GONZALEZ, “EL PELO”.

Imagen obtenida en:

< http://www.usc.edu/org/fishergallery/exhibitions_juliogonzalez.shtml >, [Consulta 2 Julio 2008].

LÁMINA 104. PABLO PICASSO, “FIGURA”.

Imagen obtenida en:

Manca, J., Bade, P., Costello, S., 1000 Esculturas de los Grandes Maestros, Númen, 2007, p.428.

LÁMINA 105. SALVADOR MANZANO, ESTRELLA VARIANTE I.

Imagen obtenida en:

De Giovannini, J., Escultura, de la Academia a la Instalación, Segunda edición, México, Landucci editores S.A. de C.V., 2001, p. 329.

LÁMINA 106. BERNAR VENET, “INDETERMINATE LINE”.

Imagen obtenida en:

<<http://www.gowlangsfordgallery.co.nz/artists/venet/default.asp?artwork=366>>, [Consulta 1 Abril 2009].

LÁMINA 107. EDUARDO CHILLIDA, “PEINE DE LOS VIENTOS”.

Imagen obtenida en:

<<http://www.flickr.com/photos/petulak/2892392562/>>, [Consulta 7 Noviembre 2008].

LÁMINA 108. VALDIMIR TATLIN,

“MODEL OF THE MONUMENT TO THE THIRD INTERNATIONAL”.

Imagen obtenida en:

<http://www.slav.helsinki.fi/studies/huttunen/mosaiikki/en/own-alien/extras/tatli010_opt.jpg>, [Consulta 26 Abril 2009].

LÁMINA 109. NAUM GABO, “CONSTRUCCIÓN LINEAL N°4”.

Imagen obtenida en:

<http://www.all-art.org/art_20th_century/cubism/gabo/20.jpg>, [Consulta 23 Noviembre 2008].

LÁMINA 110. PABLO KUBLI, “DIVISIONES”.
Imagen proporcionada por el escultor Pablo Kubli.

LÁMINA 111. JESÚS SOTO, “LOS PENETRABLES”.
Imagen obtenida en:
<<http://www.flickr.com/photos/miguelherrera/273406011/>>, [Consulta 18 Abril 2009].

LÁMINA 112. BOCETOS TRIDIMENSIONALES.
Imagen obtenida por el propio autor durante el proceso.

LÁMINA 113. CORTE DE BARRA DE ACERO DE ¼”.
Imagen obtenida por el propio autor durante el proceso.

LÁMINA 114. DOBLEZ DE BARRA DE ACERO CORRUGADA DE 3/8”. Imagen
obtenida por el propio autor durante el proceso.

LÁMINA 115. DOBLEZ DE BARRA DE ACRO DE ¼”.
Imagen obtenida por el propio autor durante el proceso.

LÁMINA 116. DOBLEZ DE BARRA DE ACRO DE ¼”.
Imagen obtenida por el propio autor durante el proceso.

LÁMINA 117. DOBLEZ DE BARRA DE ACERO CORRUGADA DE 3/8”.
Imagen obtenida por el propio autor durante el proceso.

LÁMINA 118. DOBLEZ DE BARRA DE ACERO DE ¼”.
Imagen obtenida por el propio autor durante el proceso.

LÁMINA 119. CONTORNO DEFINIDO DE GUIA PARA
ARMADO DE PIEZA A ESCALA.
Imagen obtenida por el propio autor durante el proceso.

LÁMINA 120. DOBLEZ DE BARRA DE ACERO CORRUGADA DE 3/8”.
Imagen obtenida por el propio autor durante el proceso.

LÁMINA 121. DOBLEZ DE BARRA DE ACERO DE ¼”.
Imagen obtenida por el propio autor durante el proceso.

LÁMINA 122. CONTORNO DEFINIDO PARA
ARMADO DE PIEZA A ESCALA.
Imagen obtenida por el propio autor durante el proceso.

LÁMINA 123. CONTORNOS DEFINIDOS LISTOS PARA SOLDARSE.
Imagen obtenida por el propio autor durante el proceso.

LÁMINA 124. DEFINICIÓN DE LONGITUD DE REFUERZOS
PARA SOLDAR.
Imagen obtenida por el propio autor durante el proceso.

LÁMINA 125. CORTES LISTOS PARA SOLDAR.
Imagen obtenida por el propio autor durante el proceso.

LÁMINA 126. SOLDADO DE ESTRUCTURA.
Imagen obtenida por el propio autor durante el proceso.

LÁMINA 127. SOLDADO CON REFUERZOS
DE BARRA CORRUGADA A LA BASE.
Imagen obtenida por el propio autor durante el proceso.

LÁMINA 128. CONTORNO DEFINIDO DE GUIA
PARA ARMAR NUEVA ESTRUCTURA.
Imagen obtenida por el propio autor durante el proceso.

LÁMINA 129. REVISIÓN DE ESTRUCTURA ARMADA.
Imagen obtenida por el propio autor durante el proceso.

LÁMINA 130. REFUERZO DE SOLDADURA.
Imagen obtenida por el propio autor durante el proceso.

LÁMINA 131. FORRADO DE MALLA DE ACERO.
Imagen obtenida por el propio autor durante el proceso.

LÁMINA 132. FORRADO CON MALLA EN PROGRESO.
Imagen obtenida por el propio autor durante el proceso.

LÁMINA 133. PIEZAS LISTAS PARA RECIBIR
CUBIERTA DE CONCRETO.
Imagen obtenida por el propio autor durante el proceso.

LÁMINA 134. PREPARACIÓN DE REVOLTURA.
Imagen obtenida por el propio autor durante el proceso.

LÁMINA 135. HERRAMIENTAS PARA APLICACIÓN DE CONCRETO.
Imagen obtenida por el propio autor durante el proceso.

LÁMINA 136. CUBRIENDO DE CONCRETO
UTILIZANDO CUCHARA DE ALBAÑIL.
Imagen obtenida por el propio autor durante el proceso.

LÁMINA 137. CUBRIENDO DE CONCRETO
UTILIZANDO GUANTES.
Imagen obtenida por el propio autor durante el proceso.

LÁMINA 138. CURADO DE PIEZAS CON AGUA.
Imagen obtenida por el propio autor durante el proceso.

LÁMINA 139. ALISADO DE PIEZAS
CON CEMENTO BLANCO Y ARENA CERNIDA.
Imagen obtenida por el propio autor durante el proceso.

LÁMINA 140. DETALLE DE “TERRA”, CUBIERTA CON BARRO ROJO.
Imagen obtenida por el propio autor.

LÁMINA 141. DETALLE DE “AQUA”, CON AZUL COBALTO.
Imagen obtenida por el propio autor.

LÁMINA 142. DETALLE DE “AER” CUBIERTA
CON MEZCLA DE ALABASTRO BLANCO Y NEGRO.
Imagen obtenida por el propio autor.

LÁMINA 143. DETALLE DE “IGNIS”, ROJO FLUORESCENTE.
Imagen obtenida por el propio autor.

LÁMINA 144. DETALLE DE “AITHER”, CON TEXTURA
Y COLORES DORADO Y NEGRO.
Imagen obtenida por el propio autor.

LÁMINA 145. IMMANUEL KANT.

Imagen obtenida en:

<<http://www.gla.ac.uk/departments/philosophy/Personnel/susan/WebpagesSCATS0506/MartynSandy/kant.jpg>>, [Consulta 10 Noviembre 2009].

LÁMINA 146. MOVIMIENTO APARENTE DE “a” A “b”.

Imagen obtenida en:

Katz, D., *Psicología de la Forma*, Espasa-Calpe, S.A., Madrid, 1945, p. 37.

LÁMINA 147. MOVIMIENTO APARENTE EN CURVATURA DE “AQUA”.

Imagen obtenida por el propio autor.

LÁMINA 148. LÁMINA 148. PETER KINGSLEY.

Imagen obtenida en:

Kingsley P., *Filosofía antigua, misterios y magia, Empédocles y la tradición pitagórica*, Ediciones Atalanta, S.L., Girona, 2008.

LÁMINA 149. EMPÉDOCLES DE AGRIGENTO.

Imagen obtenida en:

<<http://symploke.trujaman.org/images/0/0c/Empdocles.jpg>>, [Consulta 18 Abril 2009].

LÁMINA 150. “TERRA”, VISTA COMPLETA.

Imagen obtenida por el propio autor.

LÁMINA 151. “AQUA”, VISTA COMPLETA.

Imagen obtenida por el propio autor.

LÁMINA 152. “AER”, VISTA COMPLETA.

Imagen obtenida por el propio autor.

LÁMINA 153. “IGNIS”, VISTA COMPLETA.

Imagen obtenida por el propio autor.

LÁMINA 154. "AITHER", VISTA COMPLETA.
Imagen obtenida por el propio autor.

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS DE LOS DISTINTOS TIPOS DE MALLAS.

Tabla obtenida en:

Paul, B.K. y Pama, R.P., op.cit. p.34.

TABLA 2. CRIBA GRANO DE PLATA REFORZADA Y LIGERA.

Tabla obtenida en:

<<http://deacero.com/Web/Deacero/Esp/Productos/CribaGranoDePlata.asp?Op1=1&op2=CribaGranoDePlata>>. [Consulta 3 Noviembre 2008]

TABLA 3. MALLAS PARA FERROCEMENTO.

Tabla obtenida en:

Organización Mundial de la Salud, op.cit. p.12.

TABLA 4. TIPOS Y TAMAÑOS DE MALLAS DE ACERO MÁS USADOS EN LA FABRICACIÓN DE FERROCEMENTO (ACI 549).

Tabla obtenida en:

Organización Mundial de la Salud, op.cit. p.13.

TABLA 5. TABLA DE PRODUCTOS HYLSA.

Tabla obtenida en:

<http://www.hylsamex.com.mx/hylsa_dav/hylsaDAV_ps_dimensiones.htm>, [Consulta 1 Noviembre 2008].

TABLA 6. ESPECIFICACIÓN C33-74^a DE LA ASTM PARA AGREGADO FINO (ARENA).

Tabla obtenida en:

Annual Book of ASTM Standards, 1976, citado por Paul, B.K. y Pama, R.P., Ferrocemento, México, Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto, A.C. 1981, p.45.

AGRADECIMIENTOS

Pablo Estévez Kubli

*Por haberme guiado e ilustrado
con su vastísimo conocimiento
tanto en lo teórico como en lo práctico
en éste tan extenso y explorado mundo del arte
para que este trabajo fuera posible
bajo su experimentada dirección y
por haberme conducido no sólo como maestro
sino también como un verdadero amigo.*

Francisco Javier Tous Olagorta

*Por haberme abierto las puertas
a este mundo mágico y
apasionante, formal, ilustrado y estudiado
de la Antigua Academia de San Carlos
y todo lo que gira alrededor de su historia y sus leyendas
de su presente y su pasado
y por haberme dado el ánimo para adentrarme en él
con un marro y un cincel en las manos
y comprender siempre la forma que le debo dar a la forma
para sembrar mi tierra de crianzas.
También gracias por enarbolar ese paternal espíritu
que cobija tras ese acento que recuerda nuestra madre España
y por ser ese puente que me enlaza
a la tradición de la más diestra talla
al evocar en cada golpe de cincel
los ecos de la antigua Italia.*

María de las Mercedes Sierra Kehoe

*Por haberme enseñado que la vida de una obra
empieza cuando termina mi labor sobre ella.
Por haberme enseñado que crear es sentir.
Por haberme enseñado que sentir es proyectar.
Por haberme enseñado que proyectar es enamorar.
Por haberme enseñado que enamorar es vivir.
Por haberme enseñado que vivir es no dejar de crear
para ser capaz de expresar
lo que la mirada será capaz de sentir.*

Arturo de la Serna Estrada

*Por haberme enseñado que NO
es lo mismo crear que restaurar.
Por haberme compartido su conocimiento
y haberme hecho entender que una obra
lo único que espera es seguir siendo la misma
que todos esperan seguir viendo y seguir apreciando,
que lo único que espera es no notar sobre ella el tiempo pasar.*

Arturo Miranda Videgaray

*Por haberme auxiliado
en el refinamiento de este trabajo
bajo su óptica experimentada
sensibilidad y talento.*

Jorge Lozano

*Por haberme dado la mejor ayuda
que nadie me había dado jamás:
“Enseñarme a ayudarme a mi mismo
sin esperar contar con la ayuda de nadie jamás”.*

*Por haberme enseñado
que mi mejor herramienta soy yo mismo,
Por haberme enseñado a pescar mis propios peces
con mis propias redes.*

*Por enseñarme que gracias a no regresar al taller
Es como podré trabajar el él toda mi vida.*

Francisco Moyao Pérez †

*Por haber desaparecido de mí
la resistencia al cambio,
por haberme hecho sentir en carne propia
lo que siente un bloque de mármol
cuando es golpeado, tallado y pulido,
hasta finalmente ser transformado
en lo que el maestro veía
antes siquiera de haberlo tocado
y acabar simplemente diciéndole:
Gracias por haberme dado la forma
que yo mismo jamás podría haberme dado,
Gracias por haber removido.
todo cuanto no era necesario.*