

# **ANEXOS**



## **1. RELACIÓN ENTRE FORMA Y MATERIA**

### **1.1. FORMA Y BELLEZA**

El término griego utilizado para denominar a la belleza era kalos. Para los griegos, el concepto era muy amplio porque comprendía, además de las cosas u objetos bellos, a los pensamientos y a las costumbres bellas. En la actualidad, el concepto de belleza es exclusivamente estético.

En la antigüedad la gran teoría consideraba que belleza consistía en las proporciones, en el ordenamiento de las partes de un todo y en sus interrelaciones. Los pitagóricos fueron los primeros en afirmar que el orden y la proporción eran bellos y adecuados y que gracias a los números, todo parecía bello. La belleza era, por lo tanto, objetiva y formulable, dependía de que las proporciones del objeto fueran las adecuadas, de la armonía de sus partes y de la conservación de sus medidas.

Podía experimentarse, conocerse y estudiarse en las formas perfectas que eran las naturales, pero no inventarse o improvisarse. El camino apropiado para el arte era pues, imitar las proporciones perfectas que podían descubrirse en la naturaleza, no copiar su apariencia sino lo esencial detrás de las formas, es decir, aquellas proporciones constantes.

Aristóteles afirmaba que todo cuerpo se halla constituido por dos principios esenciales: la materia y la forma. La forma era la esencia que llevaba a las cosas a tener un determinado comportamiento y la materia quedaba condicionada por dicha forma. Define así, como causa formal, a aquel impulso que es capaz de organizar la materia de cada ser de acuerdo con su esencia.

El proceso de formalización consistía en ordenar y organizar la materia de las cosas basándose en su ser esencial y está regido por leyes exclusivamente formales, como el orden y la proporción, ajenas totalmente a la materia y al tamaño. La forma es, por lo tanto, independiente de la materia (Calduch, 2001, p.11). Aristóteles acepta incluso que exista la forma sin materia, pero nunca la materia sin forma.



La forma en el pensamiento aristotélico es la que determina las propiedades esenciales de las cosas y es independiente de la materia. Las formas, además, son bellas según la Gran Teoría clásica cuando existe orden, precisión y determinadas proporciones entre sus partes y entre éstas y el todo.

La materia siempre se encuentra subordinada, según las teorías de la época antigua, a las condiciones de la forma, a sus órdenes y proporciones. La belleza es entonces una característica objetiva de la forma, ciertas proporciones y disposiciones son bellas en sí mismas, y es ajena a la materia que forma las cosas.

## **1.2. FORMA Y NATURALEZA: CONCEPTO DE MÍMESIS**

La teoría de la imitación surgió en la época clásica de Grecia. El primer significado del término mimesis designaba ciertos actos de culto que llevaban a cabo los sacerdotes durante las ceremonias religiosas, que incluían danza y música; pero a partir del siglo V a.C. el término pasa progresivamente del culto a la filosofía y comienza a designar la reproducción del mundo externo (Tatarkiewicz, 2001, p.301).

Demócrito definió el término mimesis como la imitación del funcionamiento de la naturaleza. Más tarde, Sócrates introdujo la idea de que la imitación es la función básica de artes como la pintura y la escultura, idea que fue aceptada tanto por Platón como por Aristóteles y que se convirtió, durante varios siglos, en la principal teoría de las artes (Tatarkiewicz, 2001, p.302).

Platón y Aristóteles dividieron las artes en originales, como la arquitectura e imitativas, como la pintura, la escultura o la poesía y aplicaron sus teorías sobre la mimesis únicamente a éstas últimas. Según Platón, el arte imitaba a la realidad y se trataba de "una copia pasiva y fidedigna del mundo exterior" (Tatarkiewicz, 2001, p.302). Según Aristóteles, el arte imitaba igualmente a la realidad (la naturaleza), pero esta imitación no consistía en una copia fidedigna sino en una representación personal del artista que podía presentar las cosas más o menos bellas de lo que en realidad eran, o incluso "como podrían o deberían ser" (Tatarkiewicz, 2001, p.303). Era tarea del artista descubrir aquellas características de la realidad que eran



generales y esenciales, es decir, representar la idea de naturaleza perfeccionada, de modo que se debían descubrir aquellos órdenes y proporciones que fueran adecuados y bellos.

Dado que la forma de las cosas era lo que creían que determinaba sus propiedades esenciales y ésta era independiente de la materia (teoría del hilomorfismo), estas teorías sobre la mimesis no tuvieron ninguna incidencia sobre la materialización de las obras de arte. Imitar la naturaleza consistía exclusivamente en imitar sus formas, independientemente de cualquier otra característica física.

En el Renacimiento, estas teorías sobre la mimesis volverán a convertirse en la base principal de la teoría artística y alcanzarán su apogeo (Tatarkiewicz, 2001, p.305).

Si bien la arquitectura no era considerada en la antigüedad una disciplina imitativa, en la práctica arquitectónica resultaba evidente una actitud mimética con relación a determinadas características de la realidad. Puesto que el objetivo de la arquitectura era construir edificios bellos y no era posible alcanzar la belleza sin orden, armonía y proporción, la arquitectura griega y en particular la arquitectura sagrada, reproducía aquellos principios que consideró como constituyentes esenciales de la naturaleza: sus proporciones, su armonía y su orden.

La práctica arquitectónica griega llevó a cabo, entonces, una mimesis de la idea de naturaleza perfeccionada (Grillo, 2005, p.100), reproduciendo sus proporciones, su armonía y su orden a través del uso de los órdenes arquitectónicos clásicos.

### **1.3. FORMA, MATERIA Y ARQUITECTURA EN LA TEORÍA CLÁSICA**

La Gran Teoría formulada por los pitagóricos y por Platón, que afirmaba que la belleza consistía en el orden, la armonía y las proporciones de las partes de un todo, dominó en el pensamiento filosófico y en la teoría artística entre los siglos V a.C. y XVIII d.C., más allá de críticas o teorías alternativas que fueron surgiendo a lo largo de este período (Tatarkiewicz, 2001, p.160).

Para los principales teóricos de la arquitectura del Renacimiento, e incluso del Barroco, la belleza en arquitectura era un concepto objetivo y dependía de reglas



exclusivamente formales que era posible aprender observando la naturaleza. Según Alberti, el subjetivismo y relativismo en cuestiones artísticas eran signos de ignorancia y según François Blondel, la arquitectura tenía su propia belleza objetiva que el arquitecto podía descubrir pero no inventar, belleza que tenía las mismas reglas que en la naturaleza, que era independiente del tiempo y de las condiciones y que dependía de la disposición de las partes de un todo y de sus proporciones (Tatarkiewicz, 2001, pp.240-244).

La mimesis de la naturaleza fue un concepto básico en la teoría del arte, tanto en la Antigua Grecia como en el Renacimiento y alcanzó su apogeo en el siglo XVI. El arte debía imitar, según Alberti, las leyes de la naturaleza más que su apariencia y los clasicistas franceses opinaban que no debía imitar a la naturaleza en su estado bruto sino una vez se hubieran corregido sus fallos y se hubiera realizado una selección (Tatarkiewicz, 2001, pp.306-307). La naturaleza se concebía dominada por leyes racionales, como las leyes de la armonía y la proporción y regulada por ritmos matemáticos que el artista debía descubrir y analizar. Pero a finales del siglo XVII se impone la idea de que la arquitectura debía imitar a la naturaleza de la misma manera en que había sido imitada en la antigüedad. Los órdenes arquitectónicos clásicos sintetizaban los estudios de los antiguos griegos sobre las leyes naturales y los trasladaban a la arquitectura, por lo tanto podía también imitarse, en la búsqueda de la belleza objetiva y universal, a la arquitectura clásica. Esta idea se extendería hasta finales del siglo XVIII como la postura académica por excelencia.

A lo largo de los veintitrés siglos en los que se impuso, en la teoría artística y arquitectónica, la Gran Teoría clásica de la belleza, se consideró que las cualidades estéticas de un edificio dependían exclusivamente de sus cualidades formales y no de las materiales. Forma y materia se encontraban completamente dissociadas en el proceso de diseño arquitectónico clásico.

La búsqueda de la belleza era una búsqueda de dominio de las reglas formales, fundamentalmente de la regla de las proporciones. La naturaleza era el principal



referente y la materia que componía a las obras arquitectónicas no tenía ningún tipo de incidencia en este proceso de búsqueda de la belleza.

Pero estas reglas absolutas de diseño, basadas en las proporciones, traerían grandes inconvenientes de aplicarse estrictamente a la arquitectura. Según el mismo Vitruvio, citado por Auguste Choisy (Choisy, 1980, p.301), en una construcción "existen (...) piezas que, aumentadas o disminuidas de escala, se tornarían impropias para su fin" y cuyas proporciones debían entonces cambiar a medida que cambiaba la escala del edificio. Choisy cita en su libro "Histoire de l'Architecture" de 1899, el ejemplo del atrio en forma de patio, cubierto con pórticos laterales: en el atrio de un edificio pequeño, apenas podría estarse de pie si se le aplicaran las mismas proporciones que las recomendadas para los atrios de los edificios grandes. Para evitar este tipo de inconvenientes es necesario prever una serie de variantes y adaptaciones de acuerdo a la escala del edificio que se está proyectando.

Por otra parte, en el último capítulo del décimo libro de su tratado, que versa sobre máquinas de defensa, Vitruvio reconoce que es importante tener en cuenta el tamaño de los artefactos, ya que aunque parezcan viables en modelos a escala reducida, podrían derrumbarse si se construyesen de tamaños mayores, 2 y 3, manteniendo las mismas proporciones.

A partir del siglo XVII comenzará a surgir un nuevo proceso de diseño que superará estos inconvenientes, abandonando las reglas formales para centrarse específicamente en las características materiales y en las dimensiones de los elementos constructivos: el proceso moderno de diseño.

## **2. MORFOLOGÍA DE LA NATURALEZA (GOETHE)**

El método de Goethe es de observación holística, el cual nos permite observar la verdadera estética y participación en el mundo natural o artificial, ayudando a interpretar los significados de la forma o proceso para una conceptualización significativa en todo el medio que nos rodea.



Goethe veía la naturaleza viva como un trabajo no terminado, en un constante estado de “convertirse en” (img. 14), la cual es una condición sobre la existencia de los organismos, una “necesidad al cambio con el propósito de permanecer en sí”. Este es un método de observación que busca percibir e interactuar con el cambio o desarrollo del mundo natural como una cuestión informativa.

Este método es enseñando por Margaret Colquhoun experta en ciencia goethiana.

## **Conocimiento Intuitivo**

### **I. Percepción**

Esta primera fase busca centrarnos en una detallada observación de los factores que podemos percibir con nuestro sentido suspendiendo toda forma personal de juicio y evaluación. Es un dejar que las circunstancias o contexto hablen por “sí mismos”. El fenómeno debe verse como si fuera la primera vez. Aquí se propone el “dibujar” como un camino para ver tal patrón, forma u objeto. Por ejemplo, es el ver el fenómeno de un árbol en lugar de ver un simple árbol.

## **La Percepción Sensorial**

### **I. Imaginación**

Esta es la fase en la que la imaginación es empleada como una herramienta legítima para la investigación científica. Es la observación objetiva del: ¿Qué es?

## **Fluir en el tiempo**

### **I. Fluidez**

Es la manera en la que se percibe la forma, el proceso y la participación en el entendimiento del fenómeno es su dimensión dinámica en el tiempo. No ver al elemento como algo estático sino como un proceso “fluido”.

## **Encontrando el todo**

### **I. Inspiración**



El ausente “todo” es encontrando a través de este proceso. Es estar atento a través de uno como observador. Aquí es buscar plasmar ese “lenguaje emocional” en poesía, pintura u otra forma de arte; el diseño buscará expresar en sí el gesto de ese fenómeno natural.

## **Ser uno con el objeto**

### **I. Intuición**

En esta última fase se “conceptualiza” el servir al objeto natural, o sencillamente apreciar las leyes naturales, el verdadero reino orgánico. Las imágenes de abajo nos muestran en qué consiste el proceso de observar primero todo lo que involucra a un árbol, para luego poder diseñar una casa tomando en cuenta este conocimiento.

Estas cinco fases pueden ser sintetizadas en: percepción, imaginación, fluidez, inspiración e intuición. Tal como Goethe representaba la metamorfosis de las plantas. Esta adaptación está basada en la técnica de observación integradora y “empirismo noble” que Goethe utilizaba, la cual demuestra como las ideas apropiadas pueden derivar de estudiar el contexto de una nueva manera. El sugería “aprender a conocer las leyes de la transformación, a través de las cuales la naturaleza produce una parte a través de otra y despliega las más diversas formas mediante una modificación de un solo órgano”. En otra de sus frases decía que: “la forma es movimiento, es convertirse, es morir. El estudio de la forma es el estudio de la transformación, la metamorfosis es la llave que muestra todo los signos de la naturaleza”. Esto denota que él describía o experimentaba con esa forma cambiante, como un proceso vivo, el cual hoy debemos reencontrar.

Todas las formas en estas imágenes son formas vivientes y no vivientes – animales, vegetales y minerales – las cuales comparamos como materiales. Sin embargo, están en estado de “convertirse en” una transformación que continuará hacia el regreso a los ciclos de donde han emergido. Y aunque son fluidas son impactadas por todas aquellas fuerzas que el hombre realiza. Esa diferencia entre las formas naturales que



se revelan entre sí con gracia, en contraste con nuestra forma de manipular que muchas de las veces carece de sentido, vista este desde una visión holística.

El saber observar estas dinámicas y desarrollo formal nos debe generar un nuevo pensamiento a los diseñadores, los cuales influimos o impactamos enormemente en la configuración del mundo.

Terry Irwin enlista algunas de las características de la forma a las cuales debemos estar atentos:

- La herencia y la evolución
- Fuerzas
- Función y propósito
- Eficiencia y correcta adecuación
- Tamaño
- Patrones
- Materiales y estructuras
- Estética

En medio de estas características también Irwin denota 5 primicias que surgen al observar la dinámica de las formas a través de este método:

- La habilidad de ver todo (natural y artificial) de esta manera dinámica.
- Entrenarnos a pensar en amplios horizontes de tiempo (imaginar ciclos de vida completados tanto en formas naturales como artificiales).
- Abrirnos a nuevas formas de conocer enfocándonos en las relaciones fluidas y simbióticas en lugar de objetos estáticos en el espacio.
  - Entender que las formas (tanto naturales como artificiales) están indisolublemente ligadas al “contexto”.
  - Aprender a observar desde una postura de especulación en lugar de certeza.



Terry Irwin sintetiza el potencial de este método diciendo que: “este proceso goethiano busca establecer una relación intuitiva o participación espiritual con las formas observadas. Esta contrasta con el método científico moderno que construye con el propósito de entender”. O como también Daniel Whal menciona: “la aplicación de esta metodología implica un mejoramiento en el entendimiento entre la humanidad y su relación con la naturaleza. Ya que fomenta una participación y mejoramiento de la visión del mundo, el cual es un prerrequisito para generar una sociedad sustentable”.

Tener la capacidad de transformación de la conciencia que nos brinda este método, puede llevarnos a un proceso de diseño responsable y apropiado. El método goethiano puede ser empleado en medio de los métodos tradicionales de diseño teniendo el potencial fundamental de cambiar la relación de los diseñadores no sólo con el actuar de la naturaleza sino con una profunda visión del mundo. Esta meta generará verdaderas soluciones de diseño sustentable de manera innovadora.

Entonces, el reconocer esta metodología nos llevará a una consciente participación y pensamiento objetivo hacia un modo holístico de conciencia. El involucrarse en ello nos llevará a un potencial entendimiento y apropiada participación con el proceso natural, guiando a una cooperación con todo lo que nos rodea y generando armonía en lo que diseñemos. Un método universal que nos puede llevar a cambiar el giro de nuestro mundo material como participantes sensibles e integrantes de la naturaleza. Este método permite un potencial entendimiento previo a la aplicación de una metodología a los principios utilizados por la biomimética; inclusive se puede poner en práctica en la fase de observación. La investigación que ha involucrado esta visión holística en el diseño fortalecerá nuestra capacidad de gestión proyectual, asimilando una nueva manera de generar y relacionar nuestro ambiente artificial, aprendiendo precisamente las pausas de la vida misma. Volver nuestra atención y entendimiento de nuestra tierra como un todo, fortalece nuestra capacidad de organización cultural y tecnológica.

## **ANEXOS 2**



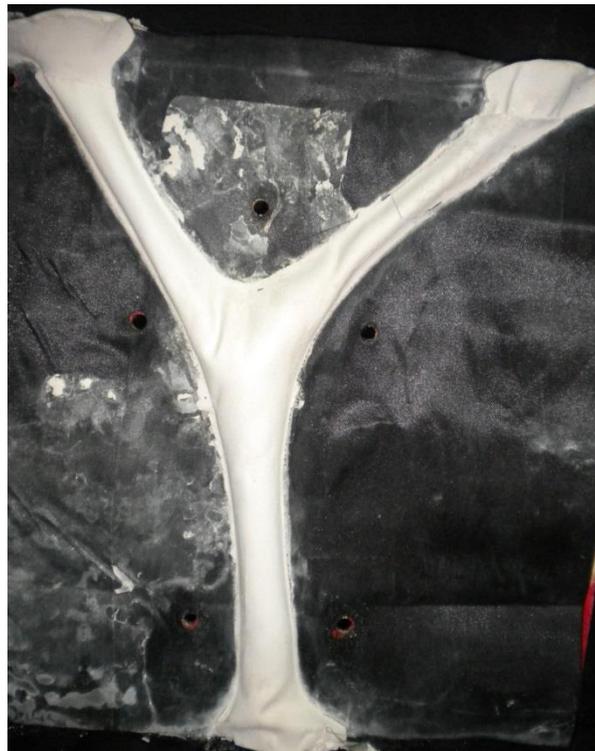
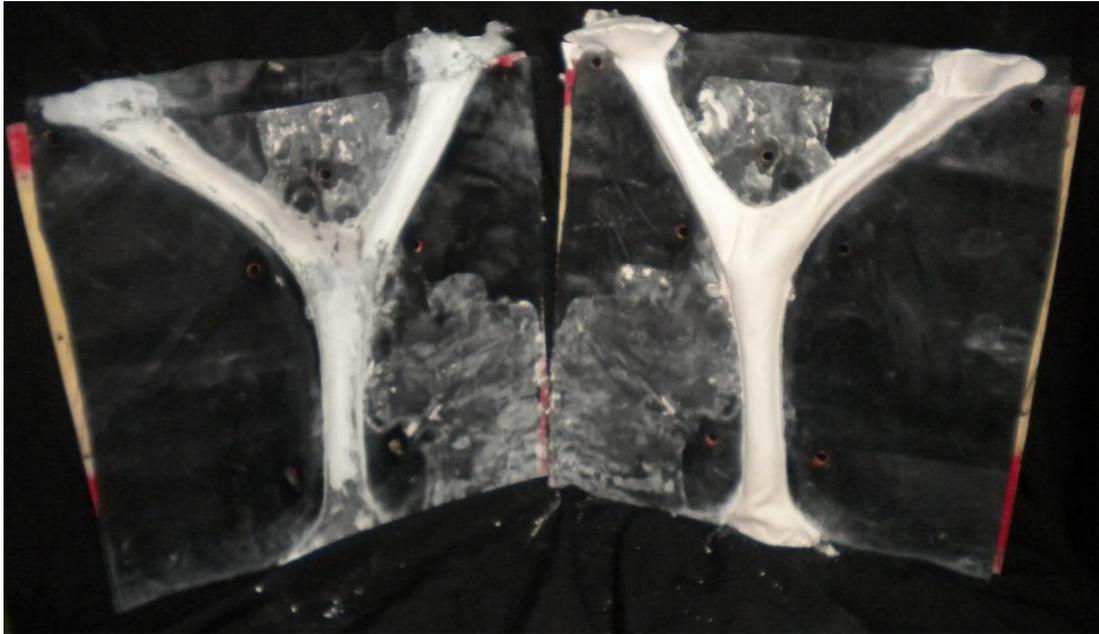
**FOTOS MAQUETAS**

**MAQUETA COLUMNA DE 2 RAMALES**





## MAQUETA COLUMNA DE 2 RAMALES





## MAQUETA COLUMNA DE 3 RAMALES





## MAQUETA COLUMNA DE 4 RAMALES



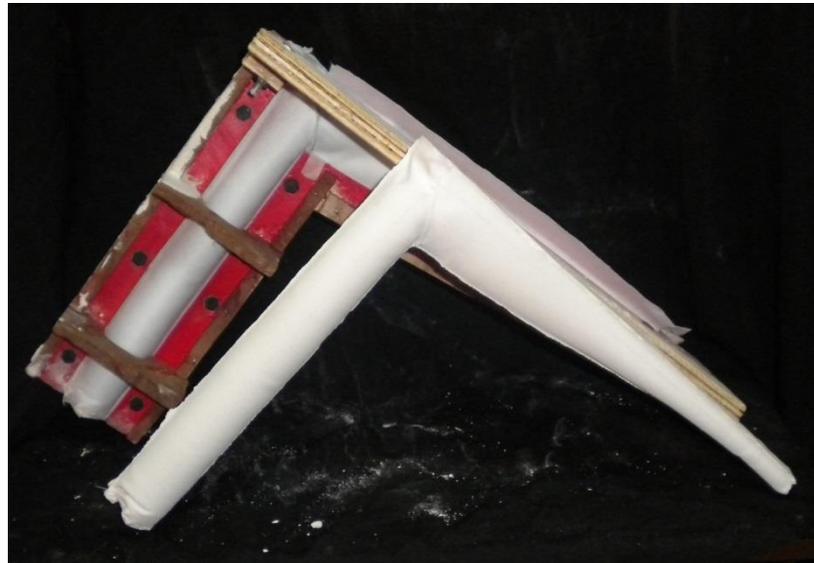


## MAQUETA COLUMNA CON RAMALES



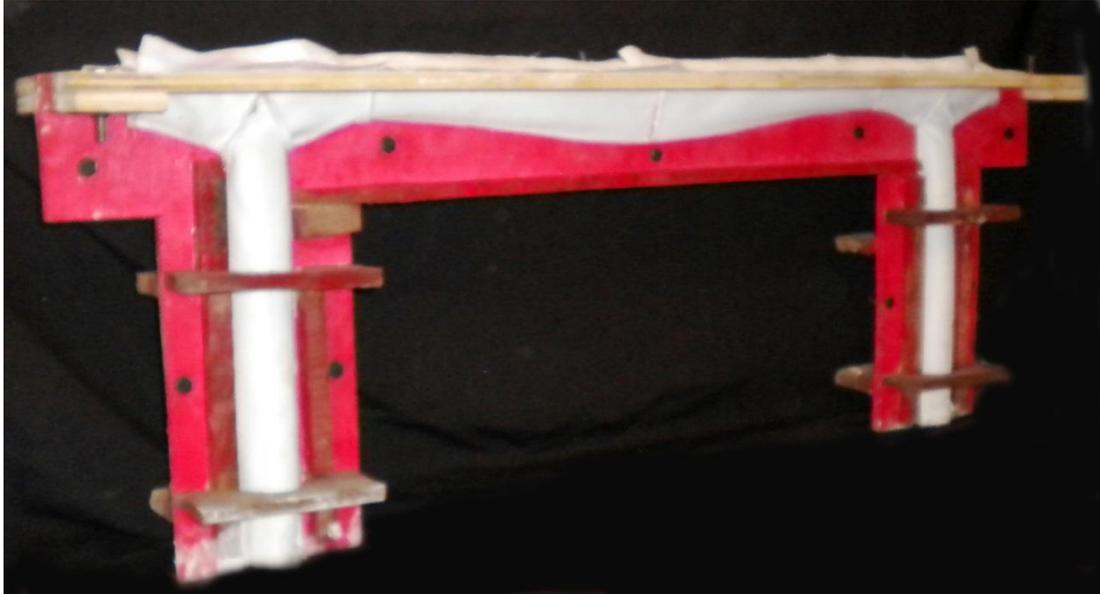


## MAQUETA DE VIGA EN VOLADIZO





## MAQUETA DE VIGA CON DOS APOYOS





## MAQUETA DE VIGA EN VOLADIZO



## **ANEXOS 3**



## TERCERA ETAPA DE LA INVESTIGACIÓN

### DIVULGACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS (feria de ciencias y tecnología)





## DIVULSIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS (EXPOCIENCIA)





## DIVULSIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS (EXPOCIENCIA)





## DIVULSIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS (EXPOCIENCIA)



*ALTERNATIVAS MORFOLÓGICAS PARA EL USO EFICIENTE DEL HORMIGÓN EN ESTRUCTURAS ARQUITECTÓNICAS*



## EQUIPO DE INVESTIGACIÓN

