

Técnicas para un levantamiento arquitectónico

Lilian Marcela Pulido Sierra¹

Resumen

Para definir dimensiones en un espacio es indispensable la realización de un levantamiento. La gran mayoría de proyectos edificatorios y las técnicas constructivas convencionales, usan formas ortogonales y ángulos rectos para su concepción y ejecución. Esta característica facilita en cierta forma el proceso de levantamiento. Pero cuando este quehacer se enfrenta a geometrías irregulares y curvilíneas, la precisión del levantamiento puede verse comprometida si no se realiza de la forma adecuada.

Este artículo busca ofrecer a los estudiantes e interesados en el tema, herramientas de carácter técnico que permiten establecer levantamientos sin apoyos tecnológicos. Las complejidades del espacio pueden estar dadas desde las formas geométricas irregulares, predominantemente en espacios construidos y terrenos rurales. La escritura de este documento técnico es asimismo el resultado de la información teórico – práctica del taller bajo el mismo nombre, realizado en el marco del VIII Simposio Internacional en Diseño, Comunicación y Cultura.

Palabras Clave: Levantamiento arquitectónico; ángulos; curvas; trilateración.

Abstract

To define dimensions in a space it is essential to carry out a survey. The great majority of building projects and conventional construction techniques use orthogonal and right angles for their conception and execution. This characteristic facilitates in some way the lifting process. But when this task is faced with irregular and curvilinear geometries, the accuracy of the survey can be compromised if it is not done properly.

This article seeks to offer students and interested in the subject technical tools that allow to establish surveys without technological support. The complexities of space can be given from irregular geometric shapes, predominantly in built spaces and rural land. The writing of this technical document is also the result of the theoretical - practical information of the workshop under the same name, held within the framework of the VIII International Symposium on Design, Communication and Culture.

Keywords: Architectural survey; angles; curves; trilateration.

1. Arquitecta de la Universidad del Valle. Actualmente, realiza sus estudios de Maestría en Arquitectura y Urbanismo de la Universidad del Valle.

Un levantamiento arquitectónico corresponde al proceso de toma de medidas en un espacio. Generalmente esta tarea se presenta en espacios ya construidos que requieren actualizar planimetrías, ya sea porque van a ser intervenidos o estableciendo un reconocimiento espacial. En algunas ocasiones se requiere del levantamiento cuando se inicia un proyecto y no se cuenta con la información necesaria para cumplir el objetivo del mismo. La recolección de dicha información, se hace indispensable para la posterior ejecución de planimetrías.

Pueden definirse otras tipologías de levantamiento, adicionales al arquitectónico, que se enmarcan en elementos puntuales bajo disciplinas complementarias. Levantamiento topográfico, estructural, de instalaciones, pueden ser algunos de ellos.

Cuando se habla de levantamiento topográfico, se enmarca específicamente a lo relacionado con el terreno. El levantamiento estructural se limita a un diagnóstico de los elementos de la estructura existente. Las instalaciones son múltiples en un contexto edificatorio; instalaciones eléctricas y de comunicación, hidrosanitarias, gas, contraincendios, entre otras. El levantamiento en estas últimas requiere de profesionales idóneos en las áreas específicas.

La información aquí consignada, se va a dirigir específicamente al levantamiento arquitectónico, la finalidad en su uso, algunas recomendaciones y estrategias de medición en espacios complejos.

El levantamiento arquitectónico hacia un espacio construido puede determinarse por tres necesidades puntuales: Actualización de planimetrías; intervención en una edificación desde remodelación, modificación o ampliación; así como cuando en un objeto edificatorio existente, dispone de planos o información para su elaboración.

El procedimiento sugerido para un levantamiento desde cualquiera de las necesidades expuestas, arranca con la toma de medidas para plasmarlas en el papel, por medio de un croquis. Este esquema no es necesariamente de elaboración prolija, ya que los apuntes se toman de manera espontánea a medida que el levantamiento va avanzando en el espacio.

Las herramientas mayormente utilizadas y al alcance, en el desarrollo de un levantamiento, son las siguientes:

Tabla de apoyo: Es de importancia contar con una superficie donde tomar los apuntes. Esto permite que no existan contratiempos, ni situaciones incómodas, dando rigidez a la hoja.



Imagen 1

Sección de un flexómetro, Tabla de apoyo y hojas tamaño carta.
Tomada de: <http://magazinefc.com/precisiones/>

Papel blanco – cuadriculado – milimetrado: Cualquiera de estos tipos de papel es válido para la ejecución del croquis y anotaciones. El uso varía según la facilidad que se tenga para el dibujo a mano alzada y la realización de líneas ortogonales. Se sugiere que el formato sea carta u oficio, ya que es de fácil manejo. El trabajo en formatos de mayor tamaño, puede resultar muy dispendioso y poco práctico. La optimización de la hoja es de importancia, ubicando el dibujo principal en el centro y alrededor apuntes y lupas de detalles.

Lápiz – Lapicero: Para tomar nota en el levantamiento se recomienda el uso de tinta, ya que produce mayor seguridad al ejecutor del dibujo, confiado en que hay ausencia de borrador. El lápiz puede ser un recurso alternativo para quienes tengan dominio de este instrumento.

Resaltador – color: Como elemento opcional en el proceso, pero que puede agilizar la lectura del croquis al momento de realizar la digitalización del dibujo, está el resaltador o lápiz de color. Estos instrumentos pueden ser utilizados para indicar detalles puntuales en las anotaciones, o para crear

grupos en los apuntes que tengan afinidad (por ejemplo, señalar con un color las cotas en altura y sin color las de superficie).

Flexómetro o cinta de medir: Es indispensable contar con esta herramienta y reconocer el sistema de medición que tiene el contexto. A nivel nacional, se usa el sistema métrico decimal, conocido actualmente como el Sistema Internacional de Unidades (SI). Tener en cuenta que la magnitud física básica en el proceso de levantamiento arquitectónico, es la longitud.

Frente a las presentaciones que se encuentran en el mercado, varían el metraje, por lo cual se recomienda utilizar el flexómetro de 5 a 10 metros, o el decámetro, entendido como la herramienta de medición que se extiende por 10 metros. También se puede realizar este proceso a través de un **metro digital o distanciómetro** que tiene muchas bondades frente a precisión y rapidez, así como el almacenamiento de datos y ejecución de operaciones básicas. Este instrumento tiene la limitante en su fácil adquisición, ya que es costoso. Se sugiere su uso, cuando la frecuencia de la tarea en levantamiento arquitectónico es constante.

Niveles: En este caso el concepto nivel esta referido al instrumento físico, mas no a la indicación que designa altura. Se puede considerar el manejo de varios tipos de nivel para el ejercicio de levantamiento.

Nivel de burbuja: Marca la horizontalidad o verticalidad de un elemento arquitectónico. La burbuja, que es visible a través de un tubillo transparente lleno de líquido, debe estar simétrica entre las marcas centrales, para garantizar que la superficie está a un nivel exacto.

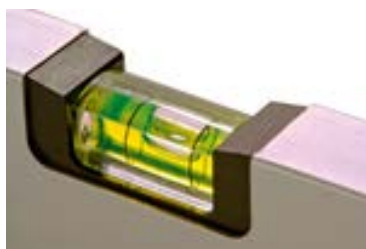


Imagen 2

Nivel de burbuja. Tomada de www.quo.es/ser-humano/nivel

Nivel de Manguera: Su función esta explícitamente al ejercicio de pasar un nivel de un lugar a otro. Utiliza el principio de física de vasos comunicantes, que indica que el líquido en reposo alcanza el mismo nivel, dado que la presión atmosférica y la gravedad son constantes. Para este ejercicio se utiliza una manguera transparente de aproximadamente 10 metros de longitud, que se llena de agua, verificando que no contenga burbujas. Su traslado de un punto a otro, debe realizarse obstruyendo los extremos de la manguera.

Cámara fotográfica: Es importante contar con el apoyo de este recurso, ya que permite evidenciar todos las escenas del espacio, al momento de pasar a limpio los planos. Permite dar mayor seguridad al momento de verificar algún dato inconcluso. Se sugiere tomar fotografías de cerca (para detalles) y de lejos para mayor alcance en los elementos capturados.

Algunas sugerencias, antes de ejecutar el proceso de levantamiento, están direccionadas a conseguir los planos de ubicación en la instancia correspondiente, dependiendo del contexto donde este implantado el proyecto. Para Cali, se puede acceder a Planeación Municipal que tiene una mapoteca de los planos de la ciudad. Para el contexto rural se puede contar con el apoyo del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, así como la base de datos planimétrica de las alcaldías municipales. Dentro de estas mismas recomendaciones previas al levantamiento, está la determinación del norte, como apoyo posterior en la etapa de diseño (sol, vientos) y localización general del lugar.

Ya en la ejecución del levantamiento en el lugar, tener muy presente si la realización del ejercicio se realiza al exterior o al interior de la edificación.

Al exterior, se ubican elementos fijos de referencia, para que sean puntos que definan la medición, dentro de los cuales pueden estar postes, mobiliario urbano, muros o vallas de cerramiento, construcciones vecinas, entre otros.

Al interior, se recomienda iniciar por lo macro, estableciendo el perímetro del espacio. Posteriormente, identificar las aberturas (puertas y ventanas)

en los muros ya levantados. Seguido a ello, definir cuáles son los muebles fijos dispuestos en el lugar (los no fijos, serían relevantes dependiendo de la finalidad del levantamiento), así como limitantes de baja altura (antepechos, barandas, vidrieras). Para concluir el levantamiento en un espacio interno, recoger datos de los elementos de detalle presentes en el lugar (cornisas, cenefas, aparejos, entre otros). En este último paso, puede incluirse materialidad de los elementos, que se apoya con las capturas fotográficas.

Para cualquier tipo de levantamiento se debe contar con al menos dos participantes. Lo ideal en este proceso es contar con tres personas, que se distribuyen las tareas; dos de ellos se ubican a los extremos de la cinta métrica, y el tercero toma nota en la bitácora de apuntes (la persona en esta última labor debe tener buen trazo para el dibujo y legibilidad en los textos). Se sugiere que las medidas de los elementos que abarcan 3 dimensiones se tomen siempre en el mismo orden: largo (L), ancho (a), alto (h), para que en el momento de pasar a limpio se interprete bajo esa organización.

El dibujo de las planimetrías debe contener planta, cortes y alzadas, para abarcar tanto dimensiones en longitud como en altura. Es importante la acotación de los mismos, manejando la misma unidad de medida (metro), así como la especificación de cambios de nivel.

“El cambio formal, hace dinámica la arquitectura”.

Bajo esta premisa, me detendré en dos aplicaciones técnicas que apoyan el ejercicio de levantamiento arquitectónico, en espacios de formas complejas.

La primera es la medición de formas curvas por trilateración, y la segunda es la medición de ángulos para aquellas esquinas que no son perpendiculares.



Imagen 3

Residencia Tigertail. Patrick Tighe Arquitectura. Brentwood, California, EE.UU. Tomada de: www.planosdecasasgratis.org/wp-content/uploads/2014/12/voladizo-1.jpg

Medición de curvas por trilateración

En un levantamiento arquitectónico es complejo poder determinar el perímetro y diámetro de una curva, más aun cuando ésta no conforma una circunferencia completa. Alberto Almagro Gorbea, de la Universidad de Granada, expone en su libro “Levantamiento Arquitectónico”, el método de la trilateración, donde toda medida lineal que se tome, debe corresponder al lado de un triángulo, del que se debe medir forzosamente sus tres lados. Así, Las demás formas geométricas más complejas deberán descomponerse o asimilarse a formas triangulares (pág. 42)

Es precisamente esta técnica es aplicable a la medición de curvas.

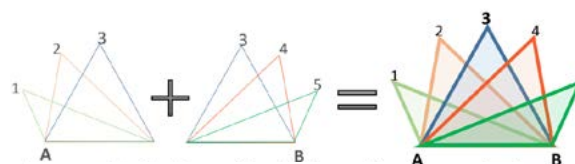


Imagen 4

Configuración de los polígonos resultantes (triángulos) al unir tres puntos. Los puntos constantes son A y B y el variante está dado por la numeración del 1 al 5. La estructura es simétrica a partir del punto 3. Elaboración propia.

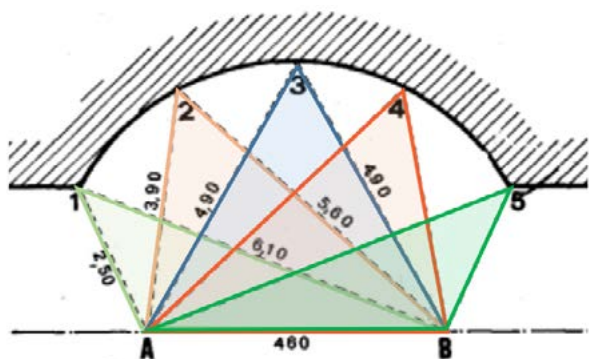


Imagen 5

La imagen base es tomada del libro Levantamiento Arquitectónico de Almagro. (Fig. 7 – Medición de formas curvas por trilateración – Docci Maestri). Los triángulos de colores son intervención propia.

Se definen dos puntos de origen (A – B), los cuales al unirse conforman la primera línea del triángulo. Esta línea, al igual que la ubicación de los puntos de origen, debe estar separada de la curva a medir. Se sugiere tomar una dimensión de referencia aproximada de 50 cm.

Sobre la curva se disponen varios puntos de referencia para la construcción de los triángulos. Uno de ellos debe estar dispuesto en el centro geométrico del arco. En este caso ilustrado este punto corresponde al número 3. De forma simétrica se disponen dos puntos más a cada lado, siendo hacia la izquierda, los puntos 1 y 2, y hacia la derecha los puntos 3 y 4.

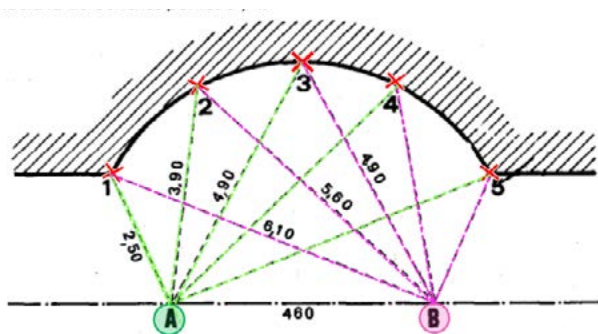


Imagen 6

Se toma la misma base referenciada en la imagen anterior. La intervención de línea de color es propia, indicando la coincidencia de los puntos de referencia 1, 2, 3, 4, 5, en los puntos de origen A (verde) y B (magenta).

Los triángulos se forman a partir de tres líneas que están dadas por una base, como se mencionó anteriormente (línea AB) y las resultantes de unir los puntos A y B con un punto de referencia. Las dimensiones de estas líneas son las que permiten el dibujo de la curva en planta.

En la siguiente imagen se puede visualizar la ubicación de los puntos referenciados en la instrucción anterior. Este es un proyecto de Vardastudio Architects & Designers.



Imagen 7

Vivienda residencial en Chipre. 2006. Por Vardastudio Architects & Designers. Tomada de <https://decoarq.com/villa-redonda-con-piscina-semicircular/>. La intervención de colores es propia. En verde líneas que convergen en el punto A, en magenta líneas que convergen en el punto B. La línea guía es amarilla.

La aplicación de esta técnica también se puede dar en bóvedas y arcos elevados, como se refiere en la imagen 7, donde la trilateración es viable para la descomposición de cualquier tipo de geometría, que no puede ser medida en un levantamiento con facilidad.

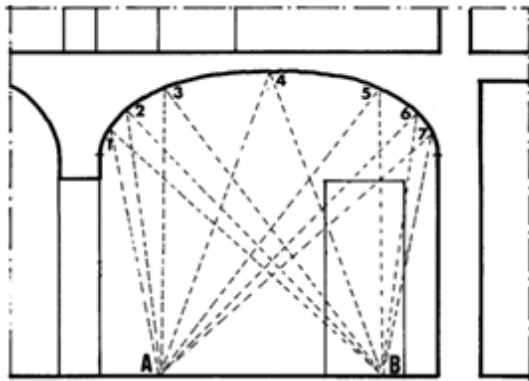


Imagen 8

Izquierda. Imagen tomada del libro Levantamiento Arquitectónico de Almagro. (Fig. 8 – Medición de bóvedas por trilateración – Docci Maestri). Derecha. Cuartel de las Bóvedas en la ciudad de Cartagena. Tomada de <http://www.elsantisimo.com/en/sustainable-tourism.php> y <http://www.cartagenadeindias.com/turismo/quevisitar/sitiosdeinteres/fuertesybaluartes.html>

Medición de Ángulos en esquinas no perpendiculares

En un levantamiento arquitectónico es posible encontrar muros o cerramientos que conformen espacios con ángulos agudos (menores a 90°) o ángulos obtusos (mayores a 90°). Posiblemente tomar la longitud de estos muros, no es lo complejo en el desarrollo del levantamiento. Sin embargo determinar la angulación por fuera de los 90° , en un espacio cuyas dimensiones no permiten el uso de un transportador básico escolar, es verdaderamente lo que determina llevar un proceso más juicioso y que pueda dar con fidelidad el ángulo conformado. De esta forma la digitalización del espacio levantado será lograda con facilidad a partir del hallazgo realizado.

Para ello, se debe determinar primero si el ángulo a medir, no está formado una línea perpendicular entre los muros articulados.

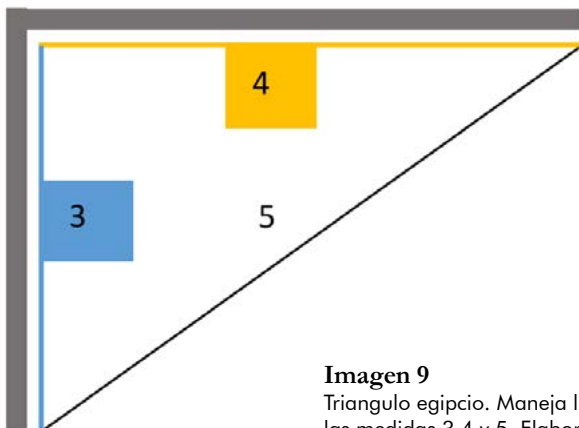


Imagen 9

Triángulo egipcio. Maneja la proporcionalidad en las líneas bajo las medidas 3,4 y 5. Elaboración propia.

En este caso se establece en el espacio un triángulo egipcio, cuyas longitudes tienen las medidas 3, 4 y 5, garantizando así la conformación de un triángulo rectángulo.

Con la cinta métrica verificamos estas mediciones lo que garantice o no que el ángulo sea recto. Pueden darse en metros, dependiendo de las dimensiones del espacio. Si las longitudes de los muros no alcanzan este metraje, se puede utilizar las proporciones 30 - 40 - 50 centímetros.

Tener en cuenta que las líneas 3 y 4 están conformadas por los muros existentes, más la línea 5, es la resultante de la unión de las dos primeras. Puede utilizarse una piola de apoyo para esta tarea o incluso el mismo flexómetro.

Cuando el ángulo definido no es recto, se plantea el proceso de ley de senos, en el cual se relacionan las longitudes de los lados de un triángulo y los senos de sus ángulos.

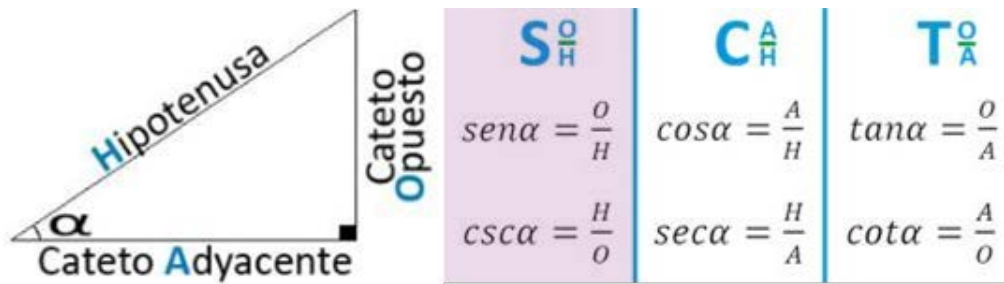


Imagen 10

Razones trigonométricas en el triángulo rectángulo. Se resalta la función referida al seno.
 Tomado de <https://matemovil.com/razones-trigonometricas-en-el-triangulo-rectangulo-ejercicios-resueltos/>

Para este procedimiento, es de importancia conformar triángulos rectángulos que garanticen la aplicabilidad en aquellos ángulos que son menores de 90°.

Para explicar el proceso en el levantamiento arquitectónico, el ejemplo a continuación será de apoyo, guiado con el manejo de colores en las líneas guía. (Imagen 10).

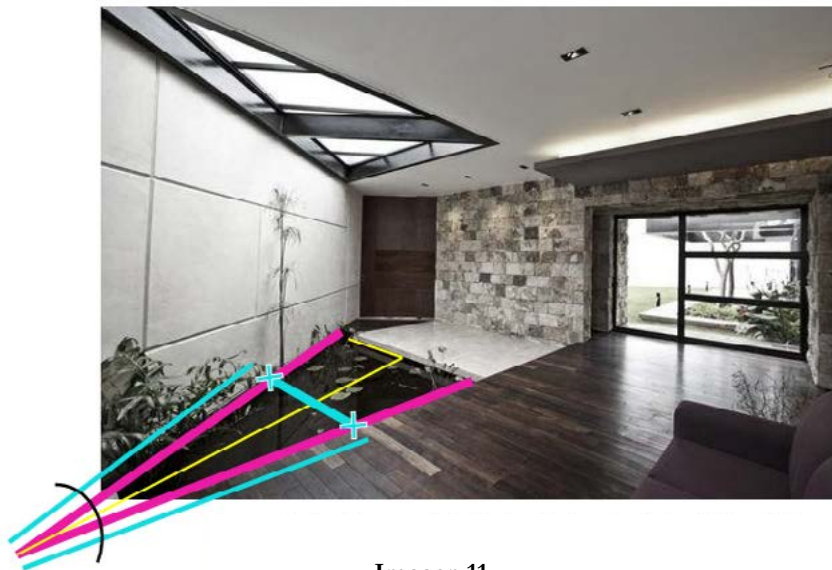


Imagen 11

Casa Temozon de Carrillo Arquitectos y Asociados. México. 2013. Tomado de <https://www.archdaily.co/02-337519/casa-temozon-carrillo-arquitectos-y-asociados>. Indicación de la aplicabilidad de la ley de senos en un ángulo agudo

En primer lugar se debe tomar la misma dimensión desde el vértice del triángulo, del ángulo que se quiere hallar, sobre las líneas magenta indicadas en la imagen. La unión de las marcas en dichas líneas, conforman un triángulo isósceles, el cual tiene dos lados iguales, en el gráfico está en color cian.

El paso a seguir es marcar desde el vértice una bisectriz que divida el triángulo isósceles en partes iguales. La bisectriz esta en color amarillo. De esta forma se conforman dos triángulos rectángulos. El trabajo de la aplicación trigonométrica de la razón de senos, se aplicara en uno de estos dos rectángulos.

Para ello se le ha dado una denominación a cada elemento participante en la formulación la ley de senos.

v: vértice
 α : ángulo alfa
s: unión de la marcación equidistante
a: hipotenusa del triángulo rectángulo
 $\alpha/2$: ángulo asignado al triángulo rectángulo

s/2: Cateto Opuesto
s: 6,82 metros
a: 10 metros
s/2: 3,41 metros

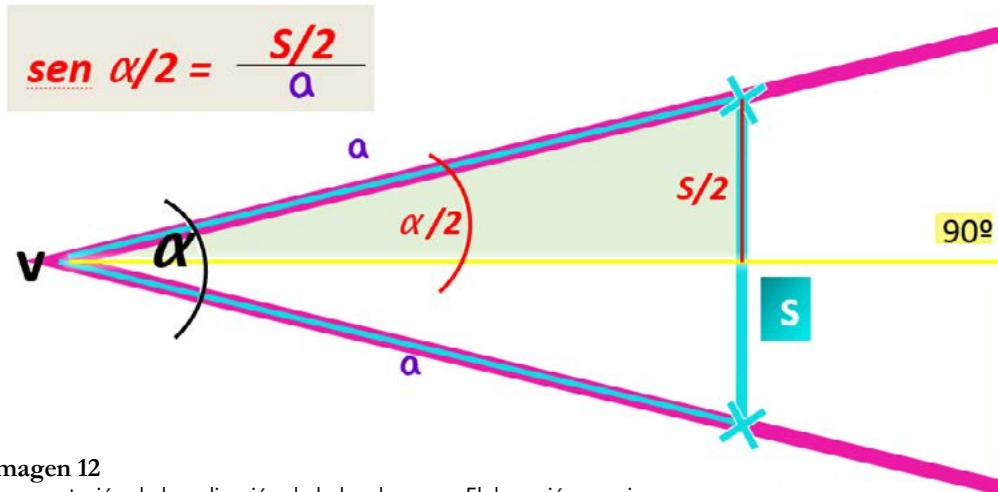


Imagen 12
 Representación de la aplicación de la ley de senos. Elaboración propia.

Para dar un ejemplo numérico, se le da valor a las variables más representativas, y así poder determinar cuál es el valor del ángulo ($\alpha/2$). Reemplazamos valores:

$$\begin{aligned} \text{sen } \alpha/2 &= \frac{S/2}{a} \quad \Rightarrow \quad \text{sen } \alpha/2 = \frac{6.82/2}{10} \\ \alpha &= 2 * \text{arc sen } \frac{3.41}{10} \quad \Rightarrow \quad \alpha = 39^\circ 53' \end{aligned}$$

Es así como el ángulo hallado para el triángulo expuesto en las imágenes anteriores es de 39° . De esta forma es viable realizar con mayor exactitud el dibujo del espacio donde se ubique un ángulo agudo.

Para un ángulo obtuso, que supera los 90° , es necesario transformar el triángulo que se conforma, convirtiéndolo en dos triángulos que formen ángulos agudos en cada uno de ellos, y de esta forma aplicar el procedimiento anteriormente explicado. Otra forma viable, es tomar una de las líneas que conforman el vértice, y determinar cuál sería la

línea perpendicular a ella. Así el espacio excedente conformaría un triángulo agudo que permitiría hallarse por medio de la ley de senos (imagen 12).



Imagen 13
 Vivienda Okura de Bossley Architects. Nueva Zelanda. 2012.
<http://www.usualhouse.com/es/sobre-tierra-y-mar-esta-casa-ofrece-vistas-increibles-desde-dos-puntos-exclusivos/>.
 Intervención de color que indica el ángulo obtuso formado por la puerta y el muro revestido de madera. Las líneas azul y amarillo conforman un ángulo de 90° . Las líneas amarillo y magenta conforman un ángulo agudo.

La aplicación práctica de los procesos anteriormente escritos, tanto la medición de curvas como la de ángulos, así como el manejo de instrumentos para la ejecución de un levantamiento, se vieron aplicados en un taller realizado en el marco del VIII Simposio Internación de Diseño, comunicación y cultura de la Fundación Academia de Dibujo profesional. Es de gran enriquecimiento para los estudiantes que participaron donde predominaron los que hacen parte de los programas T.P en Dibujo Arquitectónico y decoración, y T.P en Producción en Diseño de Interiores, así como algunos egresados.



Imagen 14
Explicación del manejo del nivel de manguera.

El taller se imparte en dos jornadas (diurna y nocturna), con un tope máximo de 20 personas y una duración de 2 horas.

La metodología del taller inicia con una plenaria (45min), donde se realiza la discusión y profundización, la interacción de experiencias con los participantes, así como la socialización de conceptos y estrategias. (Presentación en diapositivas con estudios de casos, esquemas explicatorios, cálculos y técnicas). En segundo lugar se realiza un momento de priorización (15min), después de la presentación del tema principal y el debate en torno a él. Aquí, se invita a los participantes a que indiquen cual o cuales son los factores en los que se quiere priorizar para el desarrollo del tercer momento. El taller concluye con una fase práctica (60min) donde los temas más relevantes para los participantes, se aplicaran en un trabajo de campo o en área de trabajo.



Imagen 15
Fase practica del taller. Tres grupos de trabajo conformados por 3 personas cada uno. Equipo 1 (manejo de nivel de manguera): Juan David Arana, Valentina Collazos, Sebastián Arias. Equipo 2 (Medición de curva): Diego Ayala, Jessica Hernández, Andres Castro. Equipo 3 (Julieth Moreno, Claudia Cortes, Laureano Alvear

Se establecen 3 estaciones para subdividir en equipos de trabajo de 4 personas, los participantes del taller. Las áreas de levantamiento, priorizadas en el taller del 21 de abril de 2017, fueron las siguientes: Manejo de nivel de manguera, Levantamiento de curvas y levantamiento de ángulos agudos.

Referencias Bibliográficas

- Almagro, A. (2004) El levantamiento arquitectónico. Granada, España: Universidad de Granada.
- Expósito, M., Grundmann, G., Quezada, L.
- Valdez, L. (2001). Preparación y ejecución de talleres de capacitación. Una guía práctica. República Dominicana: Centro cultural Poveda.
- Santos, C. (2014). Aplicación arquitectónica de la fotogrametría digital para el levantamiento gráfico y fotométrico de fachadas en palacete PRYTZ. (Tesis de Grado en Arquitectura Técnica). Universidad de Alicante. Escuela Politecnica Superior. España.