

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA - FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO			
<b>DNC AC1</b>	Cátedra: <b>ESTRUCTURAS – NIVEL 1</b>		
	Taller: VERTICAL III – DELALOYE - NICO - CLIVIO		
	<b>Apuntes de Clase: Fuerzas</b>		
Curso 2009	Elaboró: Ing. Oscar Clivio	Revisión: 1	Fecha: Marzo 2009

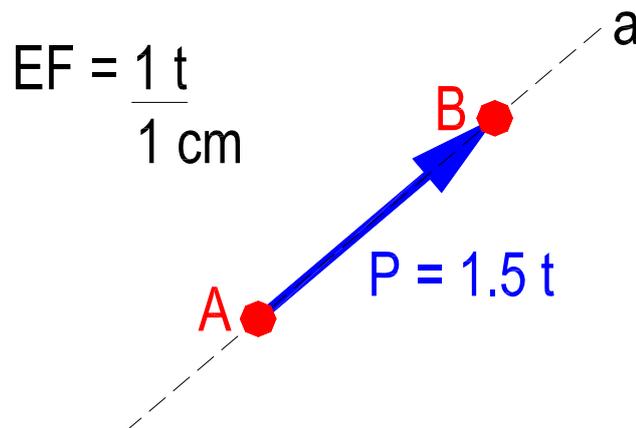
## Fuerza

Definirla no es fácil, pero se simplifica la cuestión si en lugar de hablar de ella nos remitimos a los efectos que ellas causan sobre los cuerpos, así podemos decir que es la representación de los hechos reales que le ocurren a los espacios arquitectónicos, y en particular a los “esqueletos” o estructuras que la sustentan. En general estos hechos son representados por las **CARGAS**.

### Elementos que definen la FUERZA

- 1- RECTA DE ACCION, también llamada directriz, se designa como (a).
- 2- MAGNITUD O INTENSIDAD, cuanto vale? y se designa con el vector AB.
- 3- SENTIDO (hacia donde), Y lo indica la flecha del vector representativo.
- 4- PUNTO DE APLICACIÓN (B), donde concretamente esta aplicada la fuerza.

Dibujo n° 1



### ESCALA DE LONGITUDES

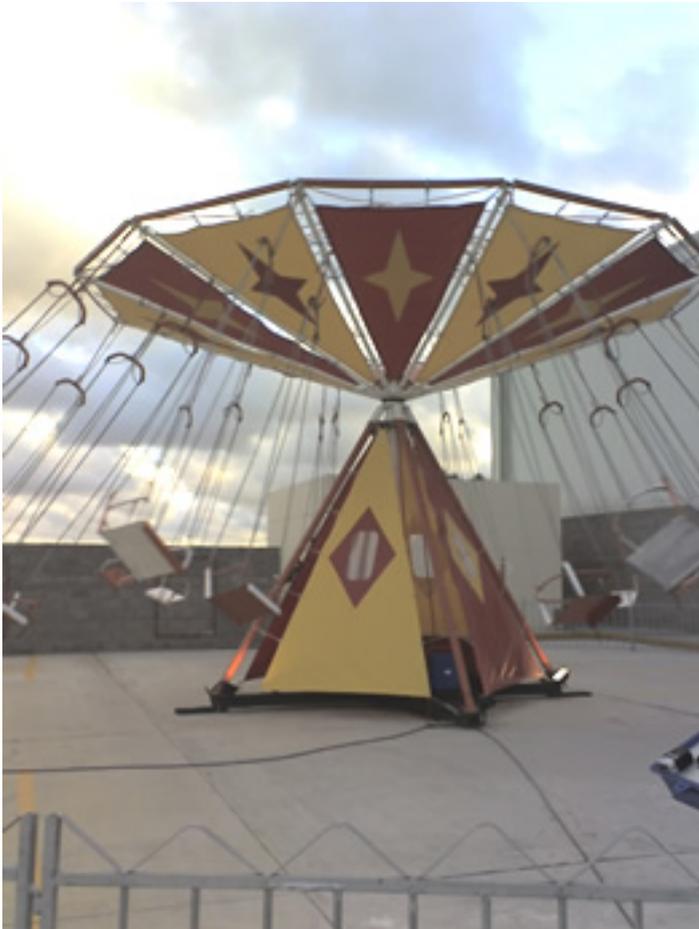
Permite representar hechos reales con una determinada proporción grafica.

### ESCALA DE FUERZAS

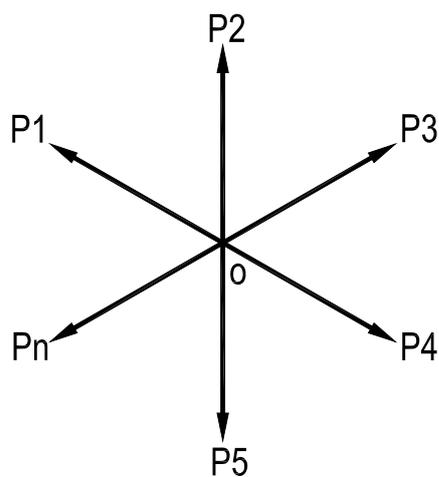
Permite representar una fuerza con una longitud determinada en proporciones preestablecidas.

### CLASIFICACION DE SISTEMAS DE FUERZAS

1. **CONCURRENTES:** son aquellos cuyas rectas de acción se cortan en un punto único.  
Como ejemplo podemos citar el de las sillas voladoras en el parque de diversiones.



Dibujo n°2

Dibujo n° 3

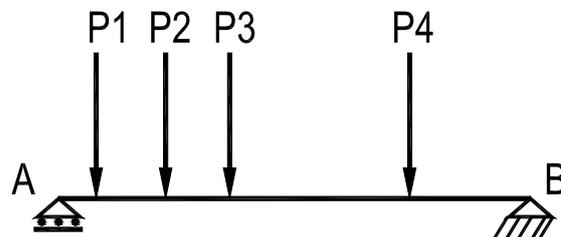
También se puede mencionar como ejemplo de fuerzas concurrentes el anillo sobre el que se fijan los cables de la siguiente estructura.



Dibujo n° 4

Cuando tenemos un sistema de FUERZAS PARALELAS como podrían ser la totalidad de las cargas de gravedad de un edificio cualquiera, podríamos decir que las mismas se cortan en un punto impropio, es decir en el infinito y ese es el punto de convergencia, por lo tanto sería un caso particular de FUERZAS CONCURRENTES.

Dibujo n° 5



Ejemplos de fuerzas paralelas: La reacción de cada escalón sobre el muro de hormigón que la sustenta.



La tirantería de madera que sustenta el techo y que apoya sobre el encadenado.(no a la vista)



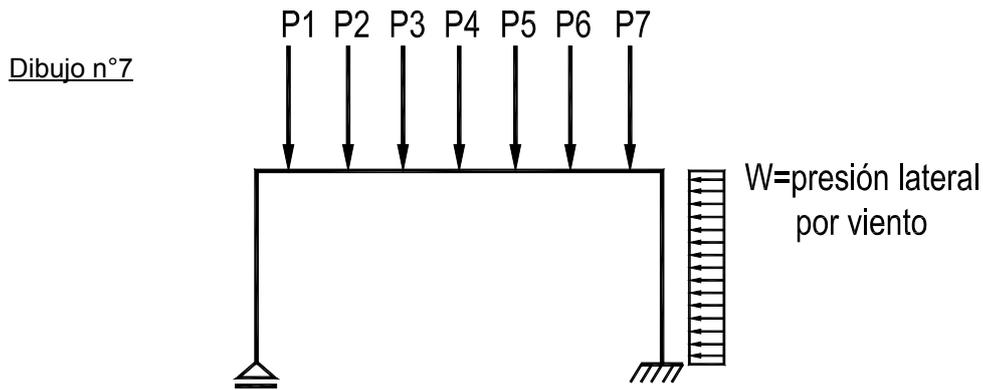
Otro sistema de fuerzas que podemos encontrar es el de COLINEALES, que también pueden considerarse como un caso particular de concurrentes.

La resultante de los mismos es directamente la suma algebraica de las fuerzas componentes.  
(Respetando el signo que tenga cada una). Como ejemplo citamos la cinchada.



Dibujo n°6

2. **NO CONCURRENTES:** Dado un edificio que por su ubicación geográfica se ve sometido a la acción del viento, y por supuesto a todas las cargas originadas por su propio peso (permanentes), como así también a las originadas por su sobrecarga propia del destino para la que fue construida (accidental) entre todas conforman un sistema no concurrente.



### ELEMENTOS FUNDAMENTALES DE LA ESTÁTICA

Cuando una fuerza actúa sobre un cuerpo rígido, ocurrirán sobre él tres efectos fundamentales.

#### **A- UN DESPLAZAMIENTO DEL CUERPO:**

El cual deberá estar previamente en reposo y destrabado en sus posibilidades de movimiento.

Este fenómeno será estudiado por LA ESTÁTICA.

#### **B- UN CAMBIO DE VELOCIDAD DEL CUERPO:**

Cuando un cuerpo se encuentra en movimiento al aplicarle una fuerza generaremos

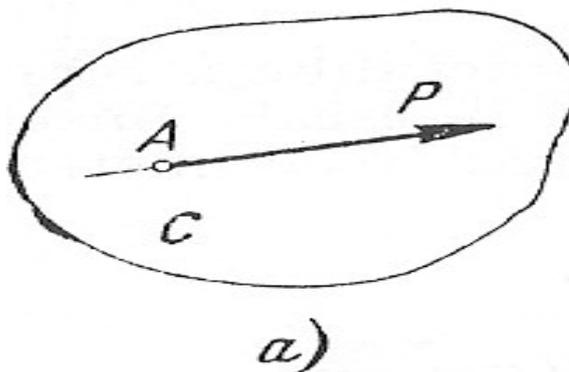
Un cambio de velocidad, este fenómeno es estudiado por LA DINÁMICA.

#### **C- DEFORMACION DEL CUERPO**

La relación entre las deformaciones que puedan ocurrir por aplicación de fuerzas es estudiada por la RESISTENCIA DE MATERIALES.

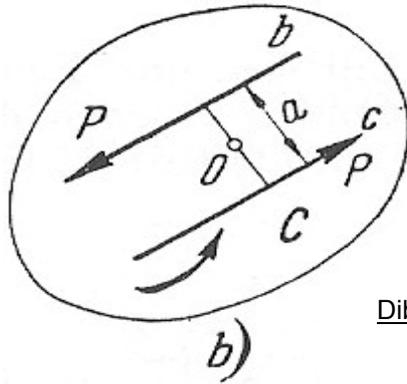
Hecho este cuadro de situación entre la acción de fuerzas y sus consecuencias nos situaremos dentro de la **ESTÁTICA** en nuestros primeros pasos del estudio de las estructuras y las acciones que sobre ellas se ejercen.

Cuando aplicamos una fuerza  $P$  a una chapa cuya recta de acción sea contenida por la chapa (coplanares) se genera un movimiento cinemático llamado TRASLACION, que se desarrolla en la dirección de la recta de acción.



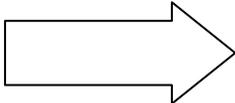
Dibujo n° 8

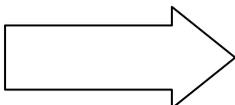
Cuando aplicamos un par de fuerzas paralelas de igual intensidad pero de sentido contrario y separadas por una distancia  $a$  si la chapa esta articulada en  $O$ , se denominara a esta acción como **cupla**, y su consecuencia cinemática será una **ROTACION** alrededor del punto  $O$ .



Dibujo n° 9

El objetivo de la estática es contrarrestar los efectos cinemáticos de:

FUERZAS  TRASLACIONES

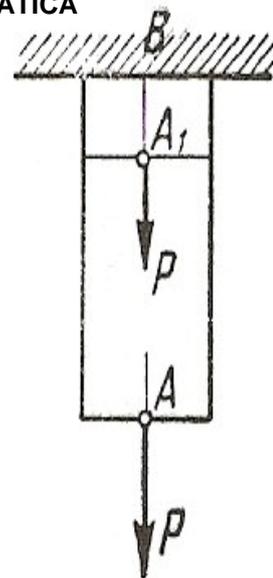
CUPLAS  ROTACIONES

Si este objetivo se logra alcanzaríamos una situación deseada y buscada no solo en la estática sino ya en la arquitectura en general como es la situación de: **EQUILIBRIO**

### OPERACIONES DE LA ESTÁTICA O PRINCIPIOS DE LA ESTÁTICA

#### A- TRASLACION DE UNA FUERZA

Cuando se trata de un sólido rígido el efecto cinemático de una fuerza sobre un cuerpo no cambia aunque Cambiemos la posición del punto de aplicación, Siempre y cuando este corrimiento se produzca Sobre la recta de acción.

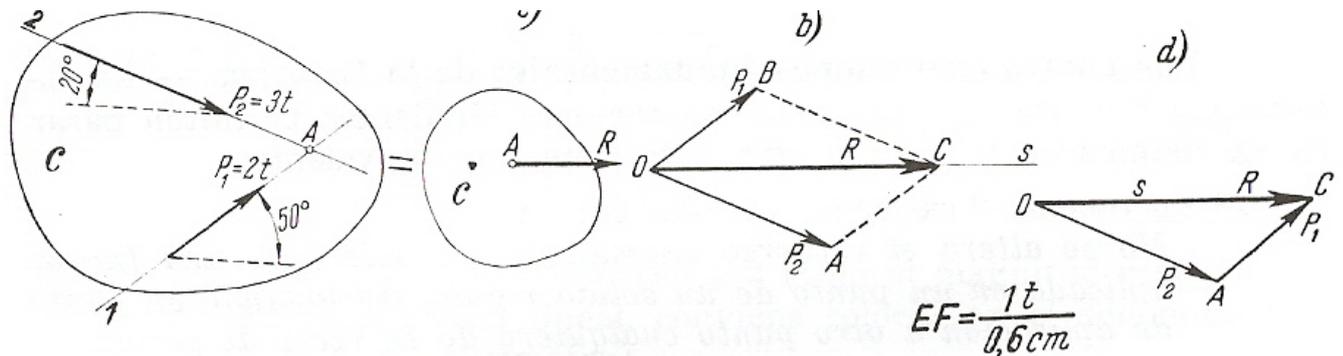


Dibujo n°10

#### B- SUSTITUCION DE DOS FUERZAS POR OTRA (RESULTANTE)

También llamado método del paralelogramo. Si reemplazo dos fuerzas concurrentes por otra que es la diagonal del paralelogramo construido como muestra la figura se puede decir que la resultante así obtenida genera un efecto cinemático equivalente sobre el cuerpo, siendo indistinta la aplicación del sistema conformado por las fuerzas  $P_1$  Y  $P_2$  O  $R$ . Se dice que los sistemas de fuerzas ( $P_1$  y  $P_2$ ), por un lado y el sistema formado por  $R$  por el otro, son sistemas de fuerzas equivalentes.

DIBUJO N°11



El paralelogramo en una situación simplificada puede ser reemplazado por el diagrama vectorial que es uno de los triángulos que conforman el paralelogramo.

Podemos sintetizar que P1 y P2 son fuerzas componentes de R según las direcciones 1 y 2.

Cuando el polígono vectorial es abierto significa que el sistema de fuerzas actuante admite una resultante. Siendo el origen de la misma el punto "O" y "C" su extremo.

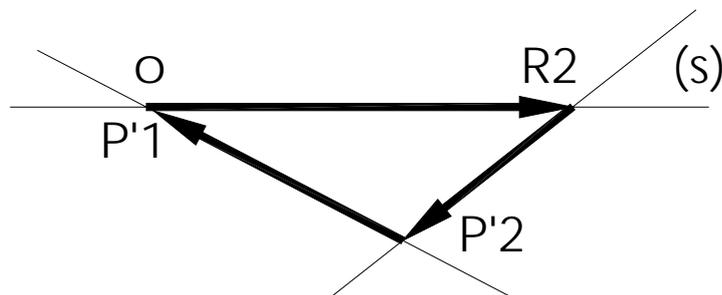
Obtuvimos de la resultante en forma gráfica:

- El sentido
- La intensidad
- La dirección o recta de acción (s)

Luego si trasladamos la recta s según una paralela que pase por "A" (Punto de Concurrencia de P1 y P2)

Aprovechamos que definimos a P1 y P2 como componentes de R y podemos decir que si las mismas fueran exactamente iguales pero de sentido contrario las denominaremos equilibrantes, pues en su conjunto formarían un vectorial cerrado.

Dibujo n° 12



Tendrá validez la operación inversa, donde dada una fuerza la misma podrá descomponerse en dos direcciones que se establezcan, obteniéndose así un sistema de dos fuerzas equivalente al original.

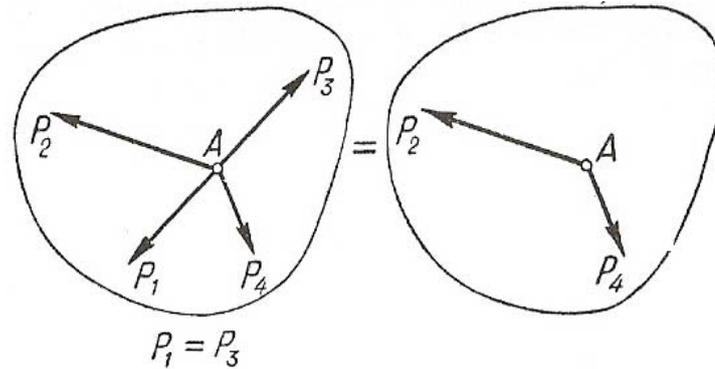
OBTENER RESULTANTE.....COMPOSICION DE FUERZAS

OBTENER COMPONENTES.....DESCOMPOSICION DE FUERZAS

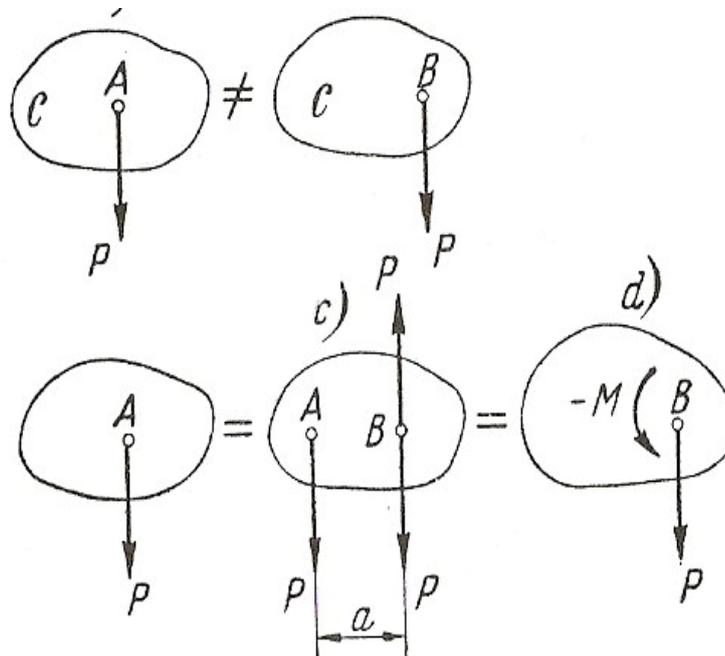
### C- INCORPORACION DE BIFUERZAS

Por aplicación de lo desarrollado en el punto "B" puedo decir que dos fuerzas iguales en magnitud y dirección pero de sentido contrario van a tener una resultante nula y si denominamos a este par de fuerzas P1 y P2 así descritos como BIFUERZA podemos afirmar que la incorporación de una bifuerza aplicada a un cuerpo no modificara su resultante y en consecuencia tampoco el efecto cinemático sobre el cuerpo al ya existente

Dibujo n° 13

**D- DESPLAZAMIENTO PARALELO DE FUERZAS**

No se alterara el efecto cinemático de un cuerpo si además de trasladar la fuerza agregamos sobre el nuevo punto de aplicación una cupla cuyo valor será de  $P$  por la distancia del traslado.



Dibujo n° 14

**E- PRINCIPIO DE ACCION Y REACCION**

A toda fuerza ejercida sobre un cuerpo se le opondrá otra de igual magnitud y recta de acción pero de sentido contrario.

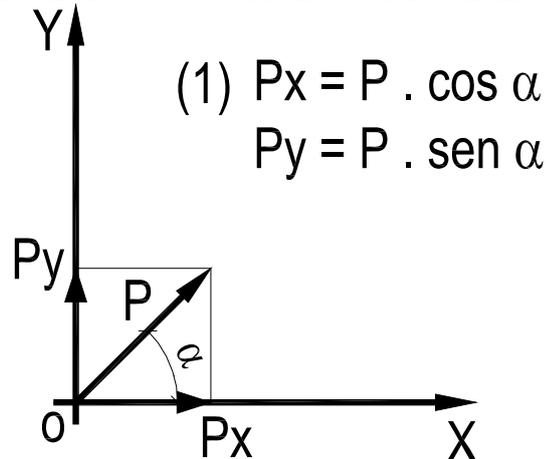
Un objeto cualquiera, una casa o un edificio que constituye para los niveles de conocimiento actuales del alumno un sistema complejo de cargas podemos sin embargo decir que por el simple hecho de no hundirse ni levantar vuelo, en consecuencia esta en equilibrio y es este equilibrio quien nos permite asegurar que hay fuerzas actuantes o "activas" a las que se oponen un sistema equilibrante o "reactivo" que se canaliza a través de apoyos o vínculos.

Los puntos antes desarrollados tienen como objetivo poder proponer sistemas de fuerzas equivalentes entre si, permitiendo según conveniencias del calculo sustituir unos por otros a los efectos de comprender mejor las acciones de las fuerzas sobre nuestra arquitectura y sus esqueletos resistentes.

El desarrollo de la informática y los sistemas de computación hace que los cálculos se desarrollen analíticamente, quedan perimidos y obsoletos los métodos gráficos, no obstante la representación vectorial de las fuerzas hace a la comprensión y visualización de los conceptos, radicando allí la necesidad de insistir con algunos métodos gráficos que ayudan a comprender el funcionamiento estructural.

DIBUJO N° 15

## REPRESENTACION ANALITICA DE FUERZAS



La proyección ortogonal de las fuerzas se realizara según las ecuaciones (1).

En el uso de estas ecuaciones se pueden dar diferentes datos y en consecuencia diferentes incógnitas.

Así conocida  $P$ , que nos queda definida por intensidad, punto de aplicación, sentido y dirección, o sea:

DATOS

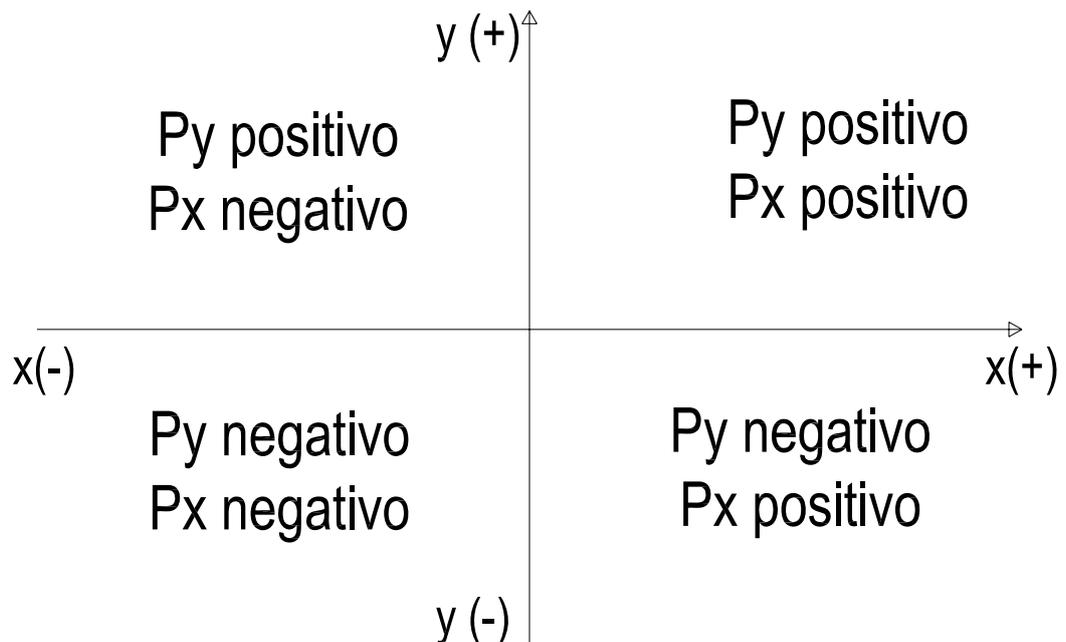
INCOGNITAS

 $P$  y  $\alpha$  $P_x$  y  $P_y$ 

Podremos obtener las incógnitas que son los valores de las proyecciones.

En cuanto a los ángulos trabajaremos entre  $0^\circ$  y  $90^\circ$  de manera que para definir el signo de las proyecciones veremos su ubicación en el cuadrante que le corresponda.

Dibujo n° 15



El otro problema que se nos puede presentar es que sean conocidas las proyecciones y queramos obtener P y alfa

DIBUJO N° 16

DATOS  
**Px y Py**

INCOGNITAS  
**P y  $\alpha$**

Aplicando el teorema de Pitágoras podemos decir que:

$$P = \sqrt{Px^2 + Py^2}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\text{cateto opuesto}}{\text{cateto adyacente}}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \left( \frac{Py}{Px} \right)$$

$$\alpha = \operatorname{arctg} \left( \frac{Py}{Px} \right)$$

Bibliografía:

1. Estabilidad. Primer curso: Fliess E. D., Kapeluz
2. **Panseri, Enrique.** Curso medio de estática gráfica .— 12.ed. — Buenos Aires : Construcciones Sudamericanas.