PROPOSICION XXX.

Hallar el centro, y echar los diámetros á cualquiera elipse (Fig. 37.)

Sea una elipse N O M Z, pídese se le halle el centro, y se le echen los diámetros.

Operacion.

Tírense dentro de él cualesquiera dos líneas, distantes una de otra, que estén paralelas, y sean N D, Q M: divídanse por medio en los puntos B y C: tírese la B C hasta que toque en la circunferencia, que será en los puntos I, S: hállase su medio, que será el punto L, y este será el centro: siéntese el un pie del compás en L, y abriéndole mas que el semidiámetro menor N M, y menos que el mayor O Z, hágase cualquiera arco Q P, que cortará la circunferencia de la elipse en los puntos P y Q: tómese su medio en Z; y tirando la Z L á discrecion, se halla formado el diámetro mayor Z L O. Para echarle el diámetro menor se sacará del centro L la N M perpendicular á O Z, lo que se hará con brevedad, tirando de los puntos P, Q la recta P Q, y del centro L la N M paralela á la P Q, y quedan hechas las operaciones.

CAPITULO V.

DE LA TRANSFORMACION DE LAS FIGURAS.

Este capítulo espresa el método de transformar los planos en otras figuras de iguales superficies, con otras prácticas correspondientes al asunto.

PROPOSICION XXXI.

Trasladar cualquiera plano del terreno al papel; ó delineado en papel, marcarlo sobre el terreno, y copiar un plano de un papel á otro papel (Fig. 38).

1 Sea el plano de una heredad en la campaña la figura G *h* E F, que se ha de tomar en papel: fórmese en dicho papel á bulto toscamente la figura A B C D, semejante á la del terreno, ó poco mas ó menos, como tenga el mismo número de lados y ángulos: mídanse los lados de la figura en el terreno, y tenga por caso E F 60 varas, F *h* 94, *h* G 54, G E 70: notense los mismos números, conforme se fueren midiendo sobre el terreno, en la figura del papel, cada partida en su correspondiente lado, como se espresa en ella: tírese en la figura del terreno cualquiera línea diagonal, que son las que van de un ángulo á otro su opuesto, y sea por caso G F, que medida se supone tener 80 varas: tírese su semejante en

el papel notándole su número 80, y con esta operacion se habrá desocupado el artífice en la campaña, y en su casa podrá delinear la figura con toda exactitud, formando un exacto pitipie por cualquiera de los métodos de las figuras 14, 17, 18 de la antecedente estampa; y luego podrá ir delineando el edificio que se le hubiere encargado; ó si fuere agrimensor, la tendrá presente para sus medidas. Y se advierte, que este método es el mas exacto para tomar las figuras de los terrenos, cuando no hay embarazo; que para cuando le hubiere, se tratará adelante. Si como esta figura es cuadrilátera, fuere de mas lados, y tuviere ángulos, que entrasen hácia su centro, no por eso es mas dificil su delineacion, porque esta la facilita formando todos los triángulos, que cupieren dentro de ella, y del mismo modo formarlos en el papel.

2 Si formado en el papel el plano A B, C D, se hubieren de marcar sobre el terreno, se elegirá la línea que se hubiere de asentar primero; y siendo la correspondiente á D C, se fijará un piquete en E, y otro en F, que disten los centros de ellos 60 varas uno de otro, valor de la línea D C: luego se atará una cuerda en F, y á distancia de 80 varas, que es la diagonal del papel A C se hará una señal; y tirando por G, se marcará una porcion de arco en el suelo por la señal del cordel, y desde E con el mismo cordel, ó cualquiera otro, con la distancia de 70 varas se marcará otro arco, que se cruzará con el antecedente en G: póngase otro piquete en G; y tomando en la cuerda 54 varas, se tendrá el un cabo en G, y con el otro se hará un arco por *h*: tomense últimamente 94 varas en la cuerda, con cuya distancia desde F se cortará en el arco antecedente el punto *h*; y tirando rectas de unos puntos á otros, quedará cerrada la figura E F G *h*.

Nota, que aunque esta operacion parece buena, puede tener error, por darse ó encogerse la cuerda, y se hará mas ajustada, sin dependencia de la diagonal F G, asentando en el suelo las cuerdas de los lados, y sobre ellos se irán midiendo con dos varas largas los que hubiere de tener cada uno de ellos, formando sobre cada línea los ángulos iguales á los correspondientes en el papel, como son el ángulo E igual al D, el F al C; y así de los demás. Estas operaciones se hacen por la proposicion de la Fig. 8 ó la Fig. 22 de la estampa antecedente.

3 Si se quiere copiar la figura A B C D á otro lugar, elíjase para basa cualquiera de sus lados, y sea D C, trasladado á E F: tómese en el compás la distancia D A, y con ella desde E hágase el arco G: tómese la distancia C A; y desde F con otro arco córtese el punto G: vuélvase á tomar desde D la distancia D B, y desde E con la misma hágase un arco por *h*: tómese últimamente la distancia C B, y con ella desde F córtese sobre el arco antecedente el punto *h*; y tirando rectas de unos puntos á otros, queda copiada la figura; y esta regla es universal para cualquiera rectilíneo, y aunque sea mixtilíneo.

PROPOSICION XXXII.

Sobre una recta dada, describir cualquiera rectilíneo semejante á otro propuesto (Fig. 39).

Pídese que sobre la recta dada C D se forme el rectilíneo A B C D, semejante la E H G F.

Operacion.

Tírese á discrecion aparte la línea M K; y porque la línea del rectilíneo, que ha de servir de modelo semejante á la dada D C, es F G, póngase esta en la M K de M á L, y por este órden se irán poniendo las de los demás lados F E de L á R, E H de R á I, y H G de I á K: tírese del estremo M otra recta á discrecion M N, que forme cualquiera ángulo en M, y póngase en ella la línea dada D C, cuya distancia será de M á V: tírese la V L, y se habrá formado un triángulo M L V. De los puntos R, I, K, tírense paralelas con la L V, y cortarán en la M N los puntos P, Q, N, en los cuales se hallan los lados correspondientes al rectilíneo E H G F, que se irá formando de este modo. La línea dada en D C igual á M V: tómese en el compás la V P, y póngase de D á A, haciendo el ángulo F por la proposicion de la figura 8, estampa I. Por el mismo órden se hará el lado menor C B igual á Q N, y sin mas operacion se tirará la A B, y saldrá igual á la P Q de la línea M N. Esta operacion se puede hacer tambien sin dependencia de formar los ángulos iguales, solo con poner en la M K despues de K hasta donde alcanzare cualquiera diagonal E G del rectilíneo E H G F, obrando la misma operacion de la proposicion ántecedente; y es regla universal para cualquiera rectilíneo de muchos mas lados, como se puede inferir de esta práctica, la que sirve lo mismo para mayores, que para menores.

PROPOSICION XXXIII.

Aumentar ó disminuir cualquiera rectilíneo en una razon dada (Fig. 40).

1 Pídese que se aumente el triángulo A B C de modo, que tenga tres tantos de area.

Operacion.

Tírese aparte la D E G, de manera, que D E sea igual á cualquiera de sus tres lados (en este egemplo lo es con A B); y porque se pide triplo, alárguese la recta D E hasta G, haciendo la E G como tres veces D E: fórmese sobre ella el semicírculo D F G, y del punto E levántese la perpendicular E F, que es media proporcional entre D E y E G; y el rectilíneo, que se hiciere sobre ella, semejante al que sirve de modelo, será como tres en area: tómese, pues, la E F, y póngase de A á M: tírese la M N paralela á la B C;

y alargando el lado A C, se cerrará la figura en N, y queda hecha la operacion.

2 Pídese que se haga un rectilíneo, que sea subtriplo de otro dado (que es el tercio).

Operacion.

Sea dado R K V: tómese cualquiera de sus lados (sea R K): póngase aparte de G á E: alárguese E D, que sea un tercio de E G; hágase el semicírculo D F G: del punto E levántese la perpendicular E F (como se hizo antes), y el rectilíneo hecho sobre ella será el que se pide; tómese, pues, E F, y póngase de R á H: tírese la H I paralela á K V, y se habrá formado un triángulo R H I, cuya area superficial es el tercio del triángulo R K V.

3 Si fueren círculos, se hará la operacion con sus diámetros, y la prueba es medir las superficies de las figuras.

PROPOSICION XXXIV.

Convertir cualquiera triángulo en paralelógramo, ó el paralelógramo en triángulo (Fig. 41).

Pídese que el triángulo escaleno M N O se convierta en paralelógramo.

Operacion.

1 Elíjase cualquiera de sus lados para basa,

y sea el lado M N: tómense los medios de los dos lados restantes en los puntos L F, de los cuales se tiren las rectas Q L R, P F S, perpendiculares á la basa M N, alargándolas á discrecion por los extremos P, Q; y del ángulo O tírese la Q O P paralela á la basa M N, y queda formado el paralelógramo R S P Q igual al triángulo M N O.

2 Si de este paralelógramo se quisiere hacer un triángulo escaleno, divídanse cualesquiera de sus dos lados opuestos, como P S, Q R, por sus medios en los puntos L F, y de cualquiera punto de uno de los otros lados P Q, por ejemplo del punto O, tírense las rectas O L, O F, hasta que corten al otro lado opuesto R S, alargado en los puntos M, N, y se habrá formado el triángulo escaleno M O N, igual al propuesto paralelógramo. La demostracion es fácil de probar por la proposicion 17 del lib. 6.º de Euclides, y el que quiera lo hará midiendo los triángulos M R L, L O Q, y los hallará iguales; porque el que se quita por la una parte, se aumenta por la otra, sucediendo lo mismo al otro lado opuesto con los otros dos triángulos.

Nota, que si el punto O se eligiere en medio del lado, el triángulo sería isósceles; y si fuere en alguno de sus lados mayores, el ángulo O sería obtuso en vez de que aquí es agudo, de que se ha tratado bastante en la proposicion 5.

PROPOSICION XXXV.

Convertir un triángulo equilátero en cuadrado, ó en paralelógramo, y el cuadrado en triángulo equilátero, ó cualquiera otro (Fig. 42).

1 Para convertir el equilátero P V Q en cuadrado, divídase cualquiera de sus lados P Q en 6 partes iguales (Moya, Geom. práct., lib. 1, cap. 41); y entrándose una de ellas por cada extremo á los puntos Z, N, las cuatro que quedan Z N, serán lado del cuadrado que se pide, que se formará por la proposicion de la fig. 24, y será en esta Z N M H.

2 Si el cuadrado se quisiere convertir en triángulo equilátero, no hay mas que dividir cualquiera de sus lados Z, N en 4 partes iguales; y aumentando en línea recta una por cada extremo, hasta P y Q, con la distancia P Q, desde Q y P, como centros, se cortará el punto V; y tirando las rectas V P, V Q, queda hecha la operacion, que se probará midiendo los tres triángulos P Z D, N Q C, B O V, y la suma de sus tres areas será igual á la que tuvieron los dos triángulos D B M, O C H.

3. Si el propuesto cuadrado se quisiere convertir en otro cualquiera triángulo, se levantará de cualquiera punto de uno de sus lados Z N una perpendicular N L, cuya longitud sea doblada de cualquiera de sus lados; y tirando de sus extremos L las rectas L Z, L N, se hallará hecha la

operacion: advirtiendo, que si el punto L cayere sobre M H, sin cortar ningun ángulo H, las dos rectas, que se tirasen de L, habian de cortar por medio los lados M Z, H N, cuya práctica queda declarada sobre la Fig. 41.

4 Si cualquiera de los dos triángulos, que se representan en la figura iguales al cuadrado, se hubieren de convertir en paralelógramo, está hecho con tomar los puntos de los medios en cualesquiera dos de sus lados; y tirando por estos puntos una recta paralela al lado que quedare libre, se levantarán de los extremos de este lado dos perpendiculares á el mismo; las que encontrando con la paralela antecedente, dejarán formado el paralelógramo que se pide.

Son tantas las operaciones que pueden resultar de las que se han explicado sobre esta figura, que cualquiera que se haya enterado de estas, podrá conocer las innumerables que faltan. La demostracion es por los mismos términos que la de la proposicion pasada sobre la Fig. 41.

PROPOSICION XXXVI.

Convertir cualquiera paralelógramo en cuadrado, y cualquiera cuadrado en paralelógramo (Fig. 43).

1 Sea el paralelógramo Q S L M, que se ha de convertir en cuadrado.

Operacion.

Sobre cualquiera de sus lados mayores Q S alárguese en línea recta uno de sus menores, como S R igual á S M: hágase sobre Q R el semicírculo Q K R, y alárguese el lado M S, hasta que corte la circunferencia en el punto K, que será la recta S K perpendicular á Q R, y media proporcional entre Q S y S R: hágase el cuadrado A, cuyos lados sean iguales, cada uno á la media proporcional S K, que se obrará por la proposicion de la Fig. 24; y se concluye diciendo, que el cuadrado A es de igual superficie que el paralelógramo L S Q M.

2 Si se pidiere que sobre una recta dada se corten los dos lados de un paralelógramo, cuya superficie sea igual al cuadrado A, se ha de advertir, que si la propuesta línea fuere menor que dos lados juntos del cuadrado, no puede hacerse. Si fuere igual á ellos, será otro cuadrado igual al cuadrado A; porque la media proporcional cortaria á la dada en dos partes iguales, y cada una igual á ella. Luego es preciso que la recta dada, sobre que se pide la operacion, sea mayor que dos lados del propuesto cuadrado.

Sea, pues, la Q R: descríbase sobre ella el semicírculo Q K R: tómese cualquiera de los lados del cuadrado A y póngase en el extremo R, levantando á V; de modo, que R V sea perpendicular á Q R. Tírese la V K paralela á R Q, y cortará el arco en el punto K: tírese la K S paralela á la V R, y cortará á la R Q en S. Digo, que Q S será lado mayor del paralelógramo que se pide; y S R será el lado menor, con los cuales se perfeccionará el paralelógramo Q S L M, y este será igual al propuesto cuadrado A.

Nota, que esta operacion no es otra cosa que hallar la division de dos líneas extremas, puestas en una recta, con la media proporcional, que se da conocida, así como cuando se dan conocidas las dos extremas, y se busca la media proporcional.

PROPOSICION XXXVII.

Convertir cualquiera círculo en paralelógramo ó triángulo, y cualquiera de estos en cuadrado, y el cuadrado en círculo (Fig. 44).

(Estampa III.)

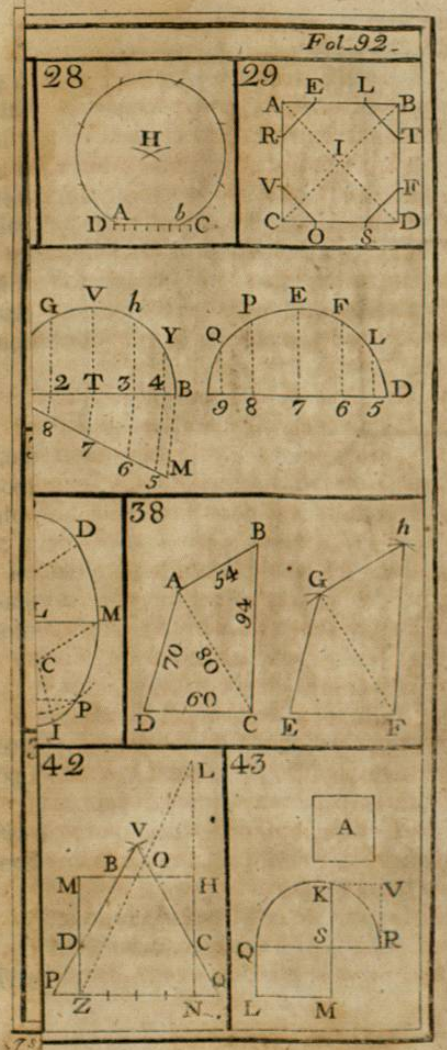
1 Sea el círculo que se ha de convertir en paralelógramo, M N: hállese su centro O, y échesele el diámetro M O N; y de cualquiera de sus extremos N tírese la N L, que se cortará igual á tres semidiámetros, como N O, y la séptima parte mas de uno de ellos: levántese de L la L H perpendicular á N L, ó paralela al diámetro N M, y que sea igual al semidiámetro O N: tírese la O H, y el paralelógramo O N H L será igual al círculo en superficie.

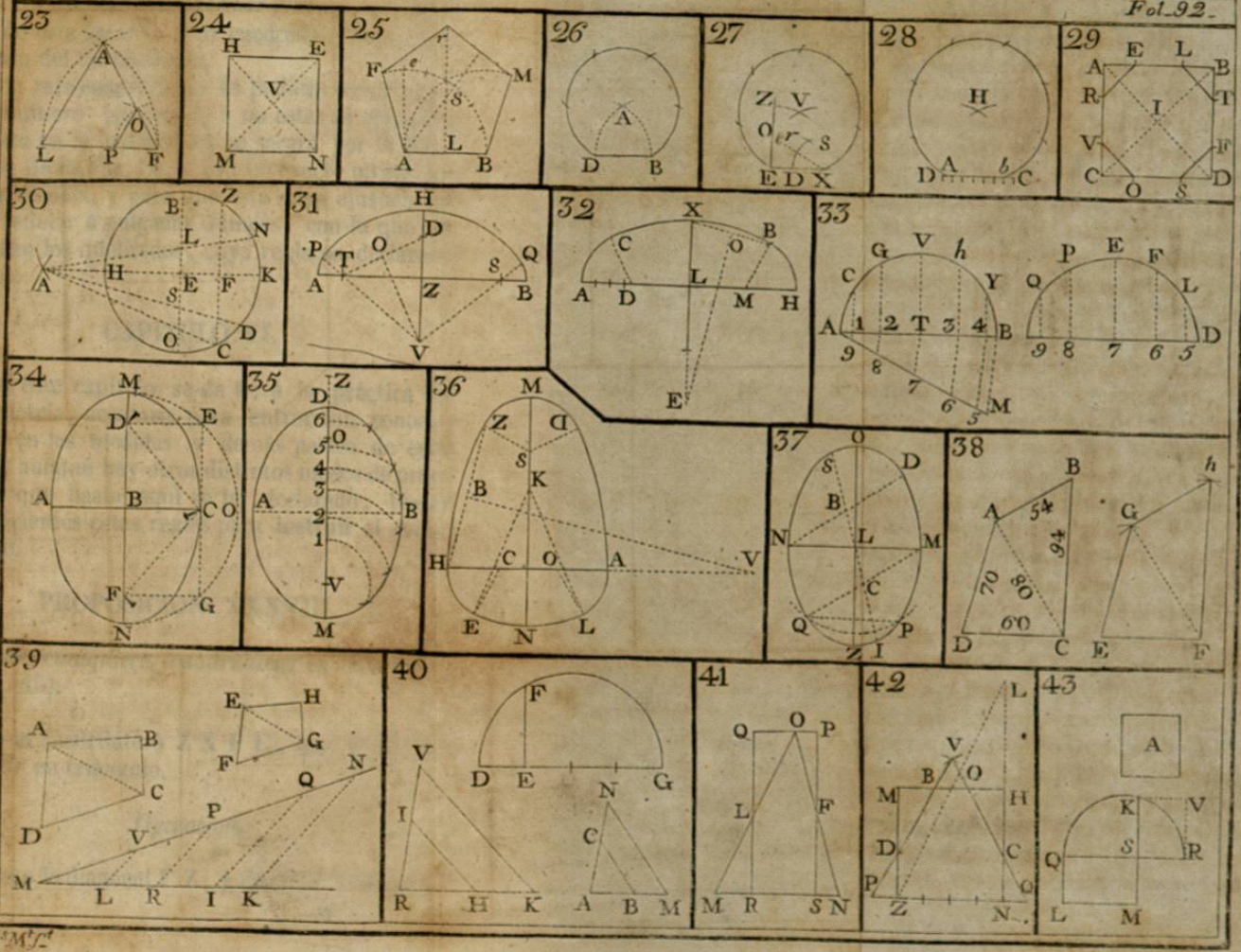
2 Si se quisiere reducir á triángulo, hágase

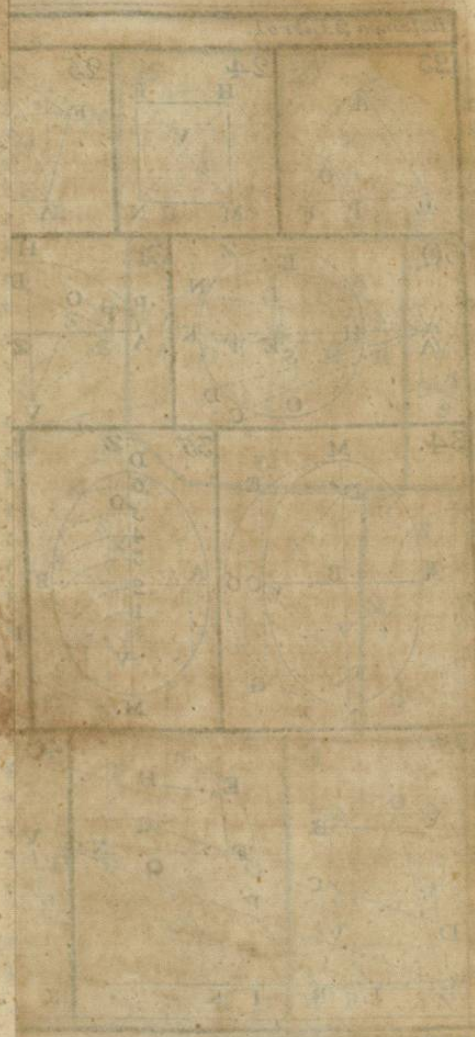
la N L igual á tres diámetros del círculo, y un séptimo de otro, y perpendicular al diámetro: sáquese del centro O la O C hasta el extremo L, que estará en distancia doble, cuya falta es el triángulo C H O, como se infiere de la figura; y este triángulo O H C, junto con el trapecio O N C L, compondrán el triángulo que se pide, cuya superficie será igual á la del círculo, segun doctrina de Arquímedes. Si se quisiere convertir en cuadrado, se hará por la proposicion antecedente.

3 Si el cuadrado V se quisiere convertir en círculo, divídase cualquiera de sus lados R L en cuatro partes iguales; y de cualquiera punto de la division próxima á uno de sus ángulos, que será el punto I, sáquese una recta al centro V, que será I V, y esta será el radio del círculo, cuya area será igual al cuadrado, aunque no con toda precision; porque aunque es poca la diferencia, siempre será algo mayor el cuadrado que el círculo; pero si se quisiere ajustar con mas seguridad la una area con la otra, se obrará en esta forma. Mídase el area del cuadrado, y los pies ó varas que salieren multipliquense por 11, y el producto de todo pártase á 14; y de lo que viniere en la particion sáquese la raíz cuadrada, y esta será el diámetro del círculo que se pide; cuya regla es universal para reducir á círculo cualquiera figura plana.

Nota, que de esta proposicion se infiere, que de cualquiera figura plana se puede formar un cuadrado igual á ella con solo medir su superfi-




23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43



cie; y de esta sacar la raíz cuadrada, cuya raíz será lado del tal cuadrado.

Si la raíz cuadrada no se pudiere sacar, por ser el número irracional, ó no estar el operante impuesto en la aritmética, se sacará por la proposicion de la Fig. 19, y con un exacto pitipie se hará la medida; y para que esta salga ajustada se podrá reducir á pulgadas ó líneas, con lo que se escusarán los quebrados, cuya regla se declarará despues.

CAPITULO VI.

Con este capítulo se da fin á la práctica de la geometría, necesaria para entrar con conocimiento en las medidas y demás partes de esta obra; y aunque hay otros distintos modos de practicar lo que hasta aquí se ha declarado, tengo por suficientes estas reglas para instruir al principiante.

PROPOSICION XXXVIII.

Convertir cualquiera cuadrilátero en triángulo (Fig. 45).

Sea el cuadrilátero Z X F E, que se ha de convertir en triángulo.

Operacion.

Tírese la diagonal F Z, y de X la X R para-

lela á F Z, que corta el lado E Z continuado en R: tírese la F R, y queda formado el triángulo R E F igual al propuesto cuadrilátero.

Esta práctica, y la de las tres proposiciones siguientes, con todas las semejantes á ellas, que se hallan en esta obra, se prueba por la propos. 37 del lib. 1.º de Euclides; por lo que omito las demostraciones.

PROPOSICION XXXIX.

Convertir cualquiera rectilíneo de cinco lados en triángulo (Fig. 46).

El pentágono A B D C G se ha de convertir en triángulo.

Operacion.

De cualquiera ángulo B á los opuestos tírense las diagonales B G, B C, y de los ángulos inmediatos á B las rectas A H, D L, cada una paralela á su inmediata diagonal, y cortan al lado G C, continuado en los puntos H L: tírense las B H, B L, y queda construido el triángulo B H L igual al propuesto pentágono; cuya demostracion se cita en la proposicion antecedente, con la que se probará, que el triángulo V A B es igual al triángulo V H G, por tocar uno y otro en las dos parelelas A H, B G: luego quitado del pentágono el triángulo V A B, y aumentado el otro su igual V H G, se ha reducido el pentágono al cuadrilátero H B D C, á quien dándole por la otra parte el triángulo I C L, por el que se quita I B D, queda formado el triángulo que se pide B H C.

PROPOSICION XL.

Convertir cualquiera rectilíneo de muchos lados en triángulo (Fig. 47).

Pídese que el rectilíneo K E V L N M B se convierta en triángulo.

Operacion.

Del ángulo M tírese la diagonal M K, y del ángulo B su paralela B Z, que corta al lado K E alargado en Z, con lo cual ya se le ha quitado un lado de los que tenia la figura, tirando la M Z; porque esta echa fuera el triángulo B O M con el lado M B. Para perfeccionar los dos lados E V, V L, y quitar el ángulo entrante V, tírese la L E, cuyos puntos son dos ángulos salientes; y de V tírese la V F paralela á la L E, que corta el lado Z E en el punto F, con cuyas operaciones se halla la figura que antes era de 7 lados, reducida á solos 5 que es el pentágono irregular, el que se continuará por la proposicion antecedente hasta convertirlo en triángulo.

PROPOSICION XLI.

Reducir cualquiera rectilíneo á triángulo de otro modo (Fig. 48).

Esta es la proposicion 9 del lib. 6.º, Geometría práctica de Tosca, cuya operacion es muy del caso para la particion de tierras entre diferentes herederos, que se obrará en esta forma. Pídese que el rectilíneo D L A H, &c. se reduzca á triángulo.

Operacion.

De cualquiera ángulo A tírense á los restantes ángulos de la figura las diagonales A C, A P, A D: del ángulo H, inmediato á A, tírese la H F paralela á la diagonal A C, que corta al lado P C continuado en F: tírese la F A, y se halla la figura convertida de exágono en pentágono; porque los dos lados A H, H F, se han quedado en uno solo, que es la línea A O F: del ángulo F tírese la F T paralela á la diagonal A P, que corta al lado D P alargado en T: tírese la A T, con la que se halla el pentágono reducido al cuadrilátero A T D L: tírese la T M paralela á la diagonal A D, que corta el lado L D continuado en M; y tirando la A M, se ha formado el triángulo A M L igual al propuesto rectilíneo: lo que se puede probar midiendo ambas superficies cada una de por sí.

CAPITULO VII.

Trata de las medidas de planos, práctica propia de agrimensores, y precisa á los arquitectos políticos y militares.

PROPOSICION XLII.

De los instrumentos que sirven para echar líneas rectas en el campo, y fábrica de la escuadra (Fig. 49).

Usan algunos para echar líneas en el campo de un semicírculo graduado, que es el mismo de la Fig. 22, el cual llevan señalado en *una tabla* de dos pies de largo, y uno y medio (poco mas ó menos) de ancho, el que se asienta sobre un baston como de 5 pies de largo, al cual se le pone en un extremo una punta de hierro, como I (Fig. 49) para clavar en la tierra, y en el otro extremo se le hace una espiga redonda, sobre la que carga la tabla del semicírculo, entrando la espiga Z en un agujero, que se abre en dicha tabla en paraje que no tenga mas peso por un lado que por otro, y que fijando en tierra el baston Z I, pueda la tabla dar vueltas horizontales, hasta buscar el geómetra las líneas visuales que necesita; con cuyo artificio examinará los grados que vale cualquiera ángulo que sobre el terreno de que se tratará adelante. Pero sino quisiere valerse del semicírculo, obrará lo mismo con cualquiera escuadra, que no es otra cosa que un án-