
LECCIONES de ARQUITECTURA

POR

LINO MARIA FLOR

Ingeniero civil, Profesor en la Universidad Central del Ecuador



(Continuación de la página 64, N° 96).

89. Cemento de Portland.—La prontitud con que fragua el cemento romano es un inconveniente para las obras en las que no se puede emplearlo, inmediatamente, ya sea por la magnitud de las piezas que entran en la fábrica, ya también, porque no es fácil poner en sus respectivos lugares esas mismas piezas. El cemento artificial de Portland se prefiere al romano, porque aparece de igual solidez y no fragua sino de diez á doce horas, dando tiempo para trabajar con descanso y emplearlo sin temor de un mal resultado; y porque, vale la mitad de lo que cuesta el romano.

Es conocido que los dos cementos indicados producen rocas artificiales de dureza y densidad semejantes á las calcáreas naturales. La resistencia á la presión es, por lo general, de 143 kilogramos, cuando se emplean puros; de 100 á 130, cuando se usan mezclados, uno de cemento con dos de arena; y de 125 cuando se forma con ellos el hormigón [97].

90. **Cemento artificial.**—Casi en toda localidad de la República del Ecuador se puede fabricar un cemento semejante al de Portland; pues 21 partes de arcilla con 100 de cal, puestos á doble cochura ó excesiva coción, producirá un cemento con especiales cualidades, parecidas ó mejores que las que posee el indicado cemento, según el grado de calcinación que se le dé.

El cemento así obtenido, mezclado con dos partes de arena, disminuye en volumen y gana en peso uno por ciento, después de siete días de inmersión; mezclado con tres partes, gana en peso cinco y medio á los diez días. El hormigón á los veinte días, gana cuatro por ciento de peso.

El color de los cementos artificiales es agradable, y aún se puede mejorar con la mezcla de arenas puzolanas blancas, azulinas, rosáceas, etc., etc. La propiedad de resistir á todas las temperaturas, la de no producir eflorescencias y la de no dejar nacer ninguna clase de vegetales, hacen á estos cementos, sumamente recomendables, propios para enlucidos, estucos, estanques, algibes, cisternas ó cualesquiera otros receptáculos de agua; porque la humedad no lo penetra ni influye en manera alguna en la descomposición de sus elementos. Por la apariencia ó semejanza á las rocas calcáreas se extiende su aplicación á la construcción de puentes, estatuas, ornamentos, etc.; es apreciable por la facilidad con que se presta al trabajo; y finalmente, por su ínfimo precio. Estos cementos tienen todas las propiedades indicadas, pero calcinándolos con doble cochura ó recalcinadas las sustancias, dan una densidad que llega hasta 1,50, mientras que los cementos naturales tienen uno.

91. **Cemento natural.**—Se encuentran en Tamaute, jurisdicción de Guano, Chambo y otros lugares del país, unas tierras de colores pardos amarillentos, que se las cuecen ó calcinan solas. Para reducir las á polvo se las muelen y resulta un cemento muy bueno para fabricar en el agua y para construcciones aéreas: tiene grande resistencia en toda estación y no paducen eflorescencias ni vegetales,

92. **Mortero hidráulico.**—En muchos lugares de la Re-

pública se encuentra un polvo colorado puzolano, que es muy bueno para hacer mortero, no sólo para construcciones secas, sino, muy especialmente, para las que se fabrican en lugares húmedos y en corrientes de aguas; se endurece pronto, formando cuerpo muy consistente con los materiales de construcción. Se debe ensayar este polvo mezclando con cal en diferentes proporciones, hasta encontrar el excelente mortero indicado. Estas clases de morteros resisten de 40 á 60 kilogramos por centímetro cuadrado y el peso específico es de 1,68.

93. Mortero argila.—La tierra llamada vulgarmente argila hay en esta República y se lo encuentra no sólo en polvo sino también en terrones. Esta sustancia mezclada con cal viva, se endurece ó fragua muy pronto y sirve para toda clase de obras, tanto en el aire como en el agua. La mezcla se hace poniendo un lecho ó tonga de cal viva y sobre ésta otra de argila, se bate con el agua necesaria y se usa el mortero sin dejarlo reposar.

94. Bondad de los morteros.—La bondad de éstos depende como causas principales, de las siguientes: 1.^a, de la proporción de las sustancias que las componen; 2.^a, de la manipulación; 3.^a, de la desecación más ó menos lenta; y 4.^a, de la solidificación. El primer punto, se debe determinar en cada localidad por medio de la experiencia, que está subordinada á la calidad de los componentes y á la clase de obras en las que se han de emplear: así puede aumentarse arena gruesa ó grava, cuando el mortero ó argamasa se destina para cimientos, y disminuirla para usar en los muros y sus paramentos, para bóvedas, cisternas, cloacas, etc. El segundo punto, esto es, la manipulación, consiste en batir la mezcla cuanto más se pueda, para que se incorpore mejor, no sólo por la facilidad de emplearla sino para mayor solidez de la obra; en este caso, toda cal podrá soportar más cantidad de arena, sin perjuicio de la bondad de la mezcla; pero esta operación es difícil, porque lo cáustico de la cal es perjudicial á los operarios; y por esto, cuando hay necesidad de grandes cantidades de mezcla ó mortero, la operación debe hacerse por medio de un molino mo-

vido por caballos, para que se verifique la debida incorporación de los materiales, mucho mejor que al brazo del hombre. Se ha visto que cuanto más se bate la argamasa, tanto más consistencia adquiere y más regularmente fragua. Rondelet siguiendo este principio, hizo ladrillos de mezcla que á los diez y ocho meses adquirieron tanta dureza y consistencia como la que tienen los cementos romanos ó como la de las rocas calcáreas. El tercer punto, la desecación ha de ser lenta; pues, se ha observado que las mezclas hidráulicas pierden por la desecación rápida 0,8 de la fuerza ó consistencia que la que habrían adquirido por una desecación lenta. Es una prueba de este aserto, la de que las mejores mezclas, subsisten en los cimientos y parajes permanentemente húmedos, mientras que las mismas mezclas empleadas con igual cuidado en otros sitios secos se reducen á polvo. El cuarto punto, la solidificación debe ser también lenta, de conformidad con la desecación, y para mejorarla se apretan fuertemente las argamasas ya sea á golpes ya por presiones de los mismos materiales, con lo cual no resultan rajas ni grietas en las juntas.

La argamasa puesta á la intemperie, cuando no hay interrupción muy retardada en manipularla y en su aplicación á las construcciones es aceptable; pero se la emplea antes que frague y este uso es conveniente; porque las ventajas que resultan son favorables para que las obras adquieran más dureza y resistencia; y porque de este modo se hace homogénea toda la masa.

95. División de las mezclas ó morteros.—Las argamasas ó morteros no son sino mezclas de cal, arena, cementos, arcillas, puzolanas naturales ó artificiales, etc., y se dividen en las siguientes: 1.^a, mezcla ó mortero ordinario ó aéreo, que es compuesto de cal crasa y arena, en las proporciones correspondientes; 2.^a, mortero hidráulico, natural ó artificial, cuya composición es de cal hidráulica, arcillas, puzolanas, etc.; 3.^a, hormigón, que los franceses llaman *betón*, los ingleses *concrete*: es hecho con cal hidráulica, natural ó artificial, arena y guijarros ó gravas.

96. Mal uso de las mezclas.—Los albañiles para asentar las piedras ó ladrillos acostumbran echar agua en los

morteros, uso que desgraciadamente, es contrario á lo que constantemente aconsejan los buenos autores de Arquitectura. Se debe seguir batiendo las argamasas, con los palustres en los cubos y basijas que las conducen hasta el momento mismo de emplearlas, sin aumentar agua para que no se disuelva el cemento calcáreo; pero sí es preciso remojar convenientemente las piedras ó ladrillos antes de colocarlos en los sitios, para que la mezcla se incorpore avidamente con dichas piedras ó ladrillos húmedos. Cuando se ha de retardar algunos días el empleo de la argamasa, se mezclan las sustancias en las proporciones debidas y se colocan en tantos cajones cuantos se necesiten para el gasto diario; y en otros tantos para el espacio de tiempo que ha de retardar la obra. Los morteros hidráulicos ó cementos se pueden usar desde que estén reducidos á pasta; porque el endurecimiento de poco tiempo, no permite retardar su empleo; sin embargo, debe batirse tanto, cuanto sea necesario para que la argamasa quede apropiada al uso que ha de hacerse de ella.

Como las proporciones de los componentes de las mezclas son diversas y diferentes las clases de manposterías, no es posible fijar la cantidad que se gasta de cada uno de los ingredientes, que entran en un volumen determinado, para poder hacer un cálculo exacto del costo total de una obra. En este caso no será difícil adquirir, por medio de la experiencia, estudiando, atentamente, el valor de los materiales y de los jornales especiales en cada país, un concepto muy aproximado del costo de cada unidad en cualquier lugar.

97. Hormigón.—Si á una argamasa compuesta de cal crasa y cemento, ó la de cal hidráulica y arena, se le agrega una cierta cantidad de casquijo ó grava, tendremos lo que se llama hormigón, que tomando en su verdadero sentido, no es otra cosa que una mampostería ordinaria hecha con piedras pequeñas. La manipulación consiste en poner cascajo en el mortero bien incorporado y sujetarlo, por presión, fuertemente, en la obra misma.

La resistencia absoluta contra la presión por un centímetro cuadrado es de 30 á 40 kilogramos, para hormi-

gón bien manipulado, cuyo peso específico es de 1,58.

La proporción de los materiales que componen las mezclas han de ser tales, que la pasta adquiera la consistencia necesaria para resistir al peso de la construcción, y esto se debe estudiar con más cuidado, cuando las mezclas se han de usar en las costas de los mares y debajo de aguas estancadas, ó cuando estén sujetas á sacudimientos de olas ó á empujes de las corrientes de ríos.

98. Proporción de la mezcla común.—Las proporciones que se han observado ser propias para las sustancias, que componen las mezclas que se usan en el país, son: dos quintos de cal apagada y tres quintos de arena. Se emplea este mortero en las mamposterías ordinarias, en las de ladrillo y sillería; y al usarla debe cuidarse mucho, para que haya buena adhesión, de batirla bien en paraje que no se una con arcilla, tierra vegetal ú otras materias como las orinas, el agua salada, aguas grácien-tas, etc.

99. Argamasa.—Tres quintos de cal apagada y dos quintos de arena limpia. Esta mezcla se usa molida para enlucidos y para formar paramentos muy lisos de las paredes. Para hacer este mortero se podrá cernir los ingredientes en cribas ó cedazos, que mientras más finos sean éstos, se hará más delgada la argamasa, con lo cual, se evitan las grietas y cuarteos en las obras.

100. Otra mezcla.—Es muy usada en el país la composición de $\frac{4}{8}$ de cal apagada, $\frac{3}{8}$ de polvo de teja ó ladrillo duro y $\frac{1}{8}$ de arena. Se emplea esta argamasa con muy buen éxito en parajes húmedos como cemento ó mezcla hidráulica; pero deben estar las tres materias libres de todo otro cuerpo, cernidas separadamente y mezcladas por octavas partes. Después batiéndola con un poco de agua, á fuerza de azadón, hasta ponerla en estado de ser empleada, que lo será tan luego como esté incorporada y que tome una consistencia biscoza, capaz de poderla extender con el palustre de albañil; pero entonces no debe amasarse gran cantidad sino la precisa y la que ha de emplearse en el día.

101. Mezcla ordinaria.—En toda la República se usa, en las obras, el mortero compuesto de una parte de cal con

dos de arena. No se debe seguir esta práctica, incondicionalmente, atendiendo á que no todas las minas de cal tienen el mismo material ni el óxido que resulta después de calcinado el carbonato, tiene las mismas propiedades. En el país algunos operarios quieren hacer mejor mortero poniendo más cantidad de cal; también es otro exceso ó vicio inconsciente que se debe evitar, por cuanto á que las proporciones son las que dan buenos resultados. Estos inconvenientes se evitan haciendo una experiencia muy fácil, y que se debe verificar en cada cal, la siguiente: hágase de las mezclas algunos prismas de la magnitud de cajas de fósforos, tomando para cada uno diferentes cantidades de cal y arena; después pónganse á secar dichos prismas, y tan luego como estén incorporados ó secos, obsérvese la resistencia de cada uno de ellos, colocando encima de los prismas pesos, respectivamente: el que se rompa con mayor peso es el que se debe tomar apreciando en él, la proporción de las sustancias cal y arena que se han mezclado.

102. Mortero antiguo.—Antiguamente fabricaron el siguiente: en un lugar limpio se ponía una tonga de arena que represente uno, encima de ésta otra de cal, también uno; sobre estas dos capas otra de arena igual ó mayor á la anterior y que cubra la cal; y sobre el todo se echaba agua en la cantidad necesaria para apagar la cal viva; en este estado, se dejaba reposar dos ó tres días, hasta que la cal forme pasta betuminosa. Pasado este tiempo, se formaba una pila y para el gasto diario se tomaba la cantidad suficiente; la cual, bien batida se usó en la obra, y formó cuerpo muy consistente con los otros materiales.

103. Modo de mejorar la cal para morteros.—Cuando la cal es muy mala se la mejora haciendo dos hoyos enladrillados ó embaldosados, uno más alto que el otro: en el más alto se pone la cal con toda el agua que sea suficiente para apagarla, batiéndola bastante se vierte más agua y se deja caer la lechada al otro hoyo, en el que se conserva veinticuatro horas, al cabo de este tiempo está el agua de un color verdoso; y con este líquido se vuelve á apagar otra cantidad de cal, la que resulta de buena calidad pa-

ra mezclas. La otra cal que queda en el primer hoyo sirve para morteros ordinarios, se usa en muros de poca significación, en los de cimientos, por ejemplo.

104. Mortero de piedra triturada.—En los lugares en que la buena cal es rara, se hacen morteros con el polvo de piedras duras ó blandas trituradas; dicho polvo de piedras duras mezclado con la mala cal, produce un excelente mortero que se emplea aún en las obras que merecen atención; mas el de las blandas, en cualquier obra.

105 Mezcla de pudingas y brechas.—Las rocas pudingas y brechas, así llamadas las que resultan de la reunión de fragmentos redondos ó angulosos de minerales y rocas diversas, unidas con cementos calcáreos, ferruginosos y otros, se encuentran con frecuencia en formas de otros y en capas inclinadas y horizontales. Este material calcinado y triturado produce un mortero hidráulico y aéreo de extraordinaria calidad; también se emplea sin calcinar el material, bastando, para esto, convertirlo en polvo y amasar bien con agua y algo de cal.

106. Zulaque de fontaneros.—Es una mezcla ó betún que usan los fontaneros, y se emplea para enlucir las juntas de sillares en las murallas, recalzos de éstas, muelles y especialmente para acueductos. La composición es de un pie cúbico de cal cernida, media arroba de aceite de linaza y $\frac{1}{16}$ de pie cúbico de estopa de lino.

107. Zulaque del país.—Se usa el siguiente: que consiste en uno de cal, otro de arena, 0,5 de escorias y otros 0,5 de polvo de ladrillo, incorporados los ingredientes con cebo caliente.

108. Otro zulaque.—Es parecido al *mastic betum* de los ingleses, que tan usado es en toda Europa, el siguiente: $2\frac{1}{2}$ de arena, $1\frac{1}{2}$ de piedra caliza, nimio y litargirio en la cantidad necesaria para secar y colorar la mezcla. El polvo que resulta de los ingredientes se incorpora con aceite de linaza. El mastic se adhiere al ladrillo, piedra, pizarra, vidrios y maderas; se emplea bien molido, especialmente, en adornos interiores y enlucidos de paramentos de paredes para preservarlas de la humedad.

Los morteros y zulaques tienen, próximamente, la re-

sistencia por centímetro cuadrado, de 19 á 35 kilogramos, y el peso específico 1, 60.

109. Empleo de las mezclas.—Estas pueden reemplazar ventajosamente á las mamposterías ordinarias en muchas clases de obras. Se emplean comunmente en el agua, para pilares y estribos de puentes; para muelles, presas, esclusas, puertos, etc.; y fuera del agua, en los cimientos, paredes, bóvedas, azóteas y cubiertas de edificios.

110. Uso del hormigón.—Los romanos usaron el hormigón para hacer bóvedas y puede ser ventajoso su empleo, si se atiende á la economía, y al grande costo, que resulta de preparar las piedras *dovelas* que forman los arcos. La construcción se hacía encajonando el hormigón entre paramentos de ladrillo, piedra ó madera, apisonando fuertemente en los moldes, por tongas de 0,40 ctm. de alto; porque así como en la tierra franca de excavación, quedan vacíos en el cuerpo ó en su interior; así sucede en esta clase de obras y sólo desaparecen aquellos vacíos á fuerza de presión. La economía es muy conocida en esta clase de fábricas; pues, para las bóvedas de piedra, por ejemplo, se necesita que el tallado de los sillares ó dovelas sea lo más exacto, exige mucho cuidado y precauciones difíciles, siendo el trabajo largo y penoso: la colocación de las piedras en la obra, pide operarios ejercitados é inteligentes; porque las cuñas que los malos obreros ponen entre las dovelas, tienen muchos inconvenientes: las bóvedas de piedra pesan más que las de hormigón; y por consiguiente, el empuje horizontal es mayor; y de aquí, el que los estribos sean de mayores dimensiones y toda la obra de más costo; mientras que en la construcción sencilla de las bóvedas de hormigón, se puede dar ocupación á muchos jornaleros á la vez, se presta á toda clase de formas de ejecución fácil, y los materiales se encuentran en la naturaleza casi en todo lugar.

Para precaver de los asientos desiguales en esta clase de obras, se dan las reglas siguientes: 1^a, se construyen de distancia en distancia en la bóveda, arcos de ladrillo ó de piedra con el mismo objeto que las cadenas en los muros; 2^a, se apisona el hormigón á medida que

se pone sobre la cercha; 3^a, no se quita ésta, hasta que la mezcla esté suficientemente seca y endurecida. Son bóvedas de argamasa, en Roma la esférica del Panteón, cuyo diámetro es de 141,86 pies castellanos, y la rebajada de la nave mayor de la Basílica de San Pedro, que tienen sus diámetros 87,46 y 153,6 [1 pie=0,279 mm.]

En Francia es en donde, hoy día, se hace más aplicaciones del hormigón dentro y fuera del agua.

111. Propiedades de las mezclas y del hormigón.—Muchas experiencias han comprobado los principios siguientes, provenientes de la fuerza y homogeneidad de los materiales que entran en los morteros y hormigones: 1^o, que como las cales, arenas, cementos y gravas son semejantes en naturaleza en las diversas capas en que se los encuentra, siendo bien conocidas las proporciones y unas mismas las medidas y reglas de manipulación, el mortero es de mejor homogeneidad que la mampostería ordinaria; 2^a, que se debe cuidar de no decimbrar las bóvedas de puentes ó arquerías hasta que la mezcla haya fraguado ó adquirido la necesaria consistencia con relación á la desecación; con lo cual, no hay movimiento en la obra, ó bien no se experimenta igual descenso al que lo hay en casi toda obra de mampostería, que produce rajas en sus arcos: se ve claramente que es así; porque la depresión ó movimientos en los arcos, emanan de las juntas que hay entre las dovelas que forman la mampostería, y especialmente, de las cuñas que ponen entre ellas; mientras que las bóvedas de hormigón carecen de estas juntas y forman un sólo cuerpo en el que hay poco empuje, por la cohesión igual y casi nula compresibilidad de la masa; 3^o. las presiones, en los arcos de hormigón, influyen muy poco en su resistencia; y por su estabilidad no se experimentan accidentes de ninguna clase, que tiendan á destruir la fábrica como sucede en las mamposterías, por efecto de las fuerzas horizontales que resultan en los arcos de sillería.

112. Objeción.—Hay una objeción para las construcciones de hormigón, relativa al tiempo que se necesita para hacer uso de las obras; pues se aconseja dejar pasar de un año á dos para que se pueda quitar la cimbra

de un puente ó de un arco cualquiera. Cuando se trata de un arco, para puente de un río, que se necesite pronto, se debe usar de un cemento hidráulico que frague en poco tiempo y hacer que el grueso del arco en los arranques no sea de grandes dimensiones.

113. Paredes de hormigón.—Para hacer paredes de este material se usan como moldes, los tapiales que se emplean para hacer tapias de arcilla húmeda: se echa la mezcla por tongas de poco espesor y se apisona, teniendo cuidado de apretar un poco más hacia el tapial que hacia el centro del muro, humedeciendo la superficie oprimida al tiempo de echar la tonga siguiente; porque se endurece secándose el hormigón. En las esquinas ó ángulos y en los vanos de puertas se emplean ladrillos ó piedras cortadas, que forman con los moldes ó tapiales una caja, en la que se pone la argamasa que queda encajonada, haciendo un sólo cuerpo con las esquinas de ladrillo ó piedra, forma una pared de mezcla considerablemente sólida.

En muchos edificios de los pueblos antiguos, especialmente, entre los de España, han usado este sistema de hacer paredes; pero en vez de hormigón, empleaban mezcla y tierra húmeda: esas construcciones duran hasta nuestros tiempos; por consiguiente, merecen confianza las otras hechas de hormigón y de la manera indicada, por ser este material de mejor calidad que el empleado en aquellas paredes.

Los cimientos de las obras de hormigón deben ser, en lo posible, uniformes para que no se altere el principio de estabilidad; porque así, se impide el que se formen rajadas, hendiduras ó rupturas en las paredes que se colocan encima. Con este fin, cuando el suelo es fangoso, cenagoso ó hayan corrientes de aguas, se emplean pilotes ó zampeaduras en grande extensión, aguas arriba y aguas abajo, y sobre ese maderamen se pone el cimiento.

114. Bóvedas de hormigón.—Las bóvedas de zótanos, cloacas, algibes, etc., de hormigón se hacen empleando, en vez de cimbras de madera, moldes de la misma tierra si fuese bastante consistente, excavando antes los sitios

en los que se han de sentar las paredes y haciendo los estribos de los arcos hasta los arranques. Para formar las bóvedas, se empieza por colocar, uniformemente, las capas de hormigón desde ambos arranques, dando el espesor conveniente á cada capa y la forma de una dovela de arco, con ligeros golpes en sentido vertical sobre los estribos.

115. Mortero en el país.—Esta sección es importantísima para los que se dedican á la extracción y venta de cales y para los que poseen haciendas en esta República; porque unos y otros pueden encontrar un manantial de riqueza, haciendo experiencias variadas de las cales, puzolanas, arcillas y de los diferentes materiales que hay en abundancia en las haciendas y que aún se ven en los cortes hechos para formar los caminos en toda la meseta interandina. Cuando haya encontrado algún propietario una combinación apropiada, utilizando los datos que dejo consignados en esta sección, se tendrá un *mortero* de cinco décimos menos del valor del cemento romano ó de el de Portland, que se encuentran en el mercado; así llegará, el de la invención, á tener riqueza, más de la que ninguna otra industria ha producido en esta Nación.

ÁREA SECCION II
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN Y LEGAL

DE LAS ROCAS NATURALES Y ARTIFICIALES DE CONSTRUCCION

116. Rocas naturales.—Los geólogos y mineralogistas distinguen por las combinaciones químicas y propiedades físicas una variedad inmensa de piedras. Diferentes clasificaciones han propuesto autores de nota para el estudio de las rocas; mas á nuestro juicio, la clasificación del *inmortal Humboldt* es la más aceptable; porque ella explica filosóficamente las causas que han intervenido en las formaciones y modificaciones de las rocas, es la siguiente: *Rocas de erupción*, *Rocas sedimentarias*, *Rocas transformadas ó metamórficas* y *Rocas conglomeradas*: A los ingenieros y arquitectos toca clasificar sólo las rocas que se emplean en las construcciones; y en ellas les

interesa saber, la fuerza ó resistencia que tienen las rocas contra las presiones, deducidas por centímetros cuadrados ó la capacidad de resistir á presiones de los materiales puestos encima de ellas; y los efectos que produzcan los agentes químicos y atmosféricos en contacto con las rocas. En esta virtud, dejamos para los mineralogistas el estudio completo de las rocas, y nos contraeremos á las que se emplean en las construcciones, como sigue:

117. Primera clase.—Las piedras calcáreas son las que tienen en combinación cal y calcinadas la producen; las que, en los ácidos son solubles con efervescencias, no dan chispas con el eslabón, y que generalmente, son poco duras. Estas rocas son sedimentarias y se clasifican en cinco variedades: 1^a, piedra de cal cristalizada; 2^a, piedra de cal fibrosa; 3^a, piedra de cal sacaroidea; 4^a, piedra de cal compacta; y 5^a, piedra de cal terrosa. La composición principal es de 56 partes de cal y 44 de ácido carbónico. De las dos primeras clases se ha hablado en la sección anterior, son carbonatos de calcio cristalizados y fibrosos. Las calizas son duras y medianas y la resistencia contra la presión por un centímetro cuadrado es de 310 á 120 y hasta 8 kilogramos. El peso específico es de 2,46 á 2,84. La tercera variedad es también carbonato de cal puro ó el mármol sacaroideo.

118. Mármol sacaroideo.—El mármol cuya fractura parece compuesta de granos de azúcar con puntos brillantes, es conocido con el nombre de *sacaroideo*; éste, cuando es completamente puro, es muy blanco; los colores se deben á los ácidos metálicos combinados con el carbonato; por lo cual, rara vez se hallan sin rayas ó vetas de color gris oscuro y aún hermosamente colorado con varios tintes. En Italia y en Irlanda se encuentran hasta de intenso negro. El mármol y algunas de sus variedades ocupan lugar preferente entre las rocas de construcción; porque en la naturaleza se encuentran en grandes masas, por lo compacto de su textura, por la pulimentación finísima que se le puede dar, por la duración sin cambio notable; y porque no absorven el agua, no son muy sensibles al frío y calor ni al cambio de estaciones.

Del mármol de Paros puro y blanco celebrado por los escultores y poetas, se han hecho las mejores estatuas griegas. El de Carrera, mármol salino sacaroideo es igualmente como el anterior, puro y blanco. Estas dos variedades se llaman mármoles estatuarios.

119. Mármol sacaroideo compacto.—La cuarta variedad sacaroidea compacta, es más abundante, constituye la mayor parte de las formaciones secundarias; son de variados colores veteados; se emplean en paramentos de paredes, en columnas, entablamentos y adornos de toda clase, con un éxito inmejorable:

120. Mármol del Ecuador.—En el país se ecuetran mármoles muy finos y buenos para construcciones y estatuas: en "Tolonta" hacienda sita al oriente del Pichincha; en "Sula," hacienda de propiedad del Seminario Conciliar de Riobamba, ubicada al sureste del Chimborazo; y además, en la provincia del Azuay se encuentran mármoles de varias clases. Estas canteras no se han explotado aún, pero son muy conocidas y se han sacado de ellas pocas piedras para algunos objetos de curiosidad. Los mármoles, así como otros materiales, toman el nombre del sitio que se los extrae. El de Florencia llamado mármol de minas, es rojiso oscuro y ofrece apariencia de ruinas ó de excavaciones de minas metálicas.

El mármol negro de Italia consiste en un fondo negro fino, con capas y vetas amarillas, manchas esparcidas por todas partes, que á distancia parecen de oro: este mármol se emplea en tableros de mesas y otros trastos de lujo.

El espléndido mármol llamado *Verde antiguo*, se usó mucho, en otros tiempos, para adornos; se compone de una vistosa reunión de tintas, desde el negro hasta el color brillante de oro.

Los mármoles tienen su resistencia por centímetro cuadrado 790 kilogramos, con el peso específico de 2,69 á 2,84.

121. Alabastro.—Se parece mucho al mármol á simple vista, pero es sulfato de cal; además, es tan blando que se puede cortar con el cuchillo, es quebradizo y de corta duración al aire libre, y por ssto se usa sólo en adornos interiores, su peso específico es de 2,60, y no se

emplea en construcciones que deban resistir á presiones.

122. *Serpentina*.—La serpentina tiene alguna apariencia de mármol en los dibujos de sus vetas; los mineralogistas le llaman *la serpentina preciosa*, se compone de magnesia, hierro y sílice, se emplea también en ornatos internos, pero nunca en construcciones que deban resistir presiones ni permanecer á la intemperie; tiene el peso específico de 2,67 á 2,75. El color de la serpentina es verde claro intenso hasta el color gris verdoso oscuro en su múltiple variedad.

123. *Toba*.—La quinta variedad, carbonato de cal de sosa, es por lo regular poco dura, terrosa, desmoronable y fácil de reducirse á granos con el frote de los dedos, se adhiere á la lengua; su peso específico es de 2,31 á 2,66. Se encuentra en depósitos considerables y se le da el nombre de *Toba*, piedra esponjosa y blanda, cuya formación se debe á la gran cantidad de calcario que tienen en suspenso algunos depósitos de agua. Cuando el calcáreo terroso está compuesto de mucha arcilla, toma el nombre de *margosa*.

124. *División de las rocas calcáreas*.—Las piedras calcáreas constituyen la mayor parte de las piedras de sillaría y mampostes empleados en las construcciones, y se dividen en duras y blandas. Las piedras duras son las que no se pueden cortar sino con sierras sin dientes, agua y arena, tales son los mármoles y otras; las piedras blandas se cortan con sierras dentadas.

125. *Segunda clase*.—Las piedras siliciosas ó cuarzosas no son atacables por los ácidos, y dan chispas con el eslabón. Por esta propiedad los mineralogistas las llaman *piedras de chispa* ó *pedernal*. Estas piedras rayan el vidrio, algunas resisten al fuego violento, otras se vitrifican á una alta temperatura; su peso específico es de 2,06 á 2,07. Se llaman, también, *piedras areniscas*, porque se componen de sílice ó arena de pedernal, unida con cemento natural en tan pequeña cantidad que no se puede percibir entre los granos; de modo que la piedra parece una masa compacta formada sólo de arena fina. Estas clases de rocas se las pueden trabajar con delicadeza, son muy resistentes á presiones considerables, no sufren

alteraciones por la acción del agua ni del hielo ni de la permanencia en el aire.

126. Rocas areniscas.—De estas las hay casi en todo el Ecuador, especialmente en Imbabura, Pichincha, Chimborazo y la provincia de Bolívar, y son: *la cuarcita, pizarra, sílex*, etc. También hay las rocas metálicas: *pizarra ferruginosa, hierro oligisto, hematita, limonita, espato de hierro*, materiales que producen hierro. De estas clases de rocas se encuentran desde duras hasta muy blandas y resisten por centímetro cuadrado de 870 hasta 100 kilogramos, con su peso específico de 2,90.

127. Tercera clase.—Las rocas cristalinas antiguas: el granito y sus variedades.

Granito, compuesto esencialmente de *cuarzo, feldespato* y *mica*, es cristalino, granujiento, áspero al tacto y de color gris ó rojo amarillo, mirado en conjunto. Se encuentra en Loja, Zaruma y Cuenca, se usa para pavimentos en vías públicas y para construcción de edificios. El ácido carbónico del aire ó el que lleva el agua en disolución, obra sobre el feldespato, alterándolo, descomponiéndolo en la superficie y combinándose con su base alcalina, forma al pie de las montañas graníticas, tierras abonadas con silicato de aluminio, excelentes para gramíneas y la formación de dehesas.

128. Protogina.—Granito talcoso compuesto de *ortosa, cuarzo, talco* y casi siempre de *mica*; tiene color verdoso, debido á los últimos elementos que la forman, al tacto es untosa. La aplicación es la misma que la del granito.

129. Sienita.—Es un granito en el que la mica está situada por la hornblenda; su color es variado, generalmente gris con puntos negros. Se encuentra también en Loja, Zaruma y Cuenca. Se aplica para construcciones, sobre todo, para ornamentación; pues adquiere por el pulimento un brillo muy hermoso en superficies bien lisas.

130. Pegmatita.—Se compone esencialmente de *ortosa* y *cuarzo*, como accesoria se asocia la *mica blanca*; su estructura es más gruesamente granosa que los otros granitos y su color, comunmente, más claro. Se usa como

los demás granitos, de la descomposición de la pegmatita resulta principalmente el *kaolín*, la más importante entre las arcillas por su empleo en la fabricación de loza y porcelana.

131. *Ortostida*.—Es una roca semicristalina, como todos los pórfidos está formada por una masa que al microscopio se la ve finamente granosa y los cristales microscópicos son de diversas sustancias como *ortosa*, *cuarzo*, *mica*, etc., en ella engastados. En esta roca domina la ortosa, tanto en el cemento como en los cristales: es dura, tenaz, de grano fino y colores variados, aunque domina el rojo en la masa y el blanco en los cristales, sobre todo en la clase llamada pórfido rojo antiguo. Se emplea en ornamentaciones, por el hermoso pulimento que puede adquirir: sucede otro tanto con casi todos los pórfidos. Produce su descomposición regulares tierras para gramíneas. En esta clase de rocas se arman numerosos filones, vetas y masas minerales de oro, cobre, plomo y otros metales.

132. *Gneis*.—Compuesto como el granito, de *ortosa*, *cuarzo* y *mica*, sólo se distingue de él por su estructura, que es hojosa; y porque, generalmente, abunda en éste más la mica que le da un brillo y aspecto metálico. Se halla en Loja, y sus aplicaciones son poco importantes. Todas estas clases de rocas resisten por centímetro cuadrado de 2.000 á 600 y 400 kilogramos y tienen su peso específico de 2.600, á 2,950.

133. *Rocas feldespáticas recientes*.—*Traquita*.—Esta roca puede considerarse como un pórfido en el que no existe cuarzo, está formada esencialmente por ortosa á la que se agrega la hornblenda y á veces la mica, es áspera al tacto, celular ó compacta y generalmente grisácea. La traquita y algunas de la especie, abundan en nuestras cordilleras, como la *traquita cuarcífera*, la *andesita anfibólica* y *aujtica*, la *fonolítica* y *lavas*, la *obsidiana* y *piedra pómez*. En las construcciones de las provincias de Pichincha y Chimborazo, se emplean la andesita y sus variedades; y la piedra pómez en la provincia de León en bóvedas y muros, todas con excelentes resultados.

134. Basalto.—Con este nombre se designan varias rocas muy semejantes en su aspecto físico, aunque algo diferentes en su composición mineralógica: todas son negruzcas, granujientas, duras, tenaces y semicristalinas, están compuestas por una masa ó cemento de feldspatos, varios en forma de cristales microscópicos de hierro oxidulado y otros. Los basaltos se presentan, generalmente, en forma de prismas accidentados ó de columnatas de gran tamaño ó en formas redondas. Se encuentran los basaltos en nuestras cordilleras y pueden servir para las construcciones, aunque se descomponen en la superficie con la acción del aire, pero sus productos forman magníficas tierras para el cultivo. Son los que resisten á 2000 kilogramos por centímetro cuadrado y su peso específico es de 3000.

135. Pizarras.—Conjunto, de rocas muy bien caracterizadas por la estructura *sui generis* pizarrosa que poseen, y por el brillo sedoso ó semimetálico que presentan en las superficies de fractura. Estan formadas, esencialmente, por microscópicas partículas de mica, cuarzo y feldespato á las que se agregan casi siempre minerales accesorios. Se distinguen muchas variedades de esta clase de rocas y las más importantes son:

136. Pizarra común ó tejular.—Bastante dura y de color gris negruzco y azulado.

Pizarra gráfica ó lápiz negro, blanda y negra intensa.

Pizarra de áfilar, muy dura y de grano bastante fino.

Pizarra betuminosa, negruzca, brillante que da olor fétido cuando se calcina. Abundan las pizarras en las cordilleras oriental y occidental de la meseta del Ecuador. De la pizarra común se labran tableros pequeños que sirven para escribir sobre ellos y para hacer tejas para cubiertas de techos lujosos; mas con la gráfica se escribe y dibuja; en la de áfilar se aguzan instrumentos; y de la betuminosa se extrae asfalto y aceites minerales. Estas rocas sólo se emplean en los objetos que quedan indicados; su resistencia y peso específico no son útiles en esta obra.

137. Cuarta clase.—Las piedras gypsosas ó sulfatosas se dejan fácilmente rayar por la uña, no dan efervescencias con los ácidos, ninguna chispa con el eslabón y por la acción del fuego, se convierten en una masa que sirve para el enyesado. Se distinguen las especies siguientes: *gypse común ó piedra de yeso*, *gypse estriado ó filamentoso*, y *gypse calloso ó alabastro*. Su composición es de ácido sulfúrico y cal. La especie más útil en las construcciones es la piedra de yeso, se encuentran masas ó capas muy extensas, en "Cacha" jurisdicción de Yaruquies, pueblo que está muy inmediato y al suroeste de Riobamba, y otros muchos lugares del país: es blanco, se rompe á golpes del martillo. Algunas otras especies de color vario, agrisado amarillento, rojiso y azulado, se encuentran en otras localidades, mezcladas con carbonato de cal terroso, que le da una cualidad superior para las construcciones. Las aplicaciones son sólo en el interior de las casas: en paredes, cielos rasos, cornizas y adornos. Del yeso se hacen los estucos que trataremos después.

138. Quinta clase.—Rocas arcillosas como el kaolin, arcilla, magnecita, ocre, *marga*, etc., son de estructura irregular, fractura térrea, blandas, susceptibles de formar, cuando se las humedecen, una masa más ó menos maleable, disminuyen de volumen por la desecación, y la arcilla pura es infusible; mas si alguna vez, hay efervescencia con los ácidos, es poco visible. Constituyen la mayor parte de los terrenos sedimentarios de las cordilleras de nuestra República, y la composición es de silicatos aluminosos hidratados á los que se agrega algo de caliza. Trataremos solo de las arcillas cuyas aplicaciones son conocidas; porque las demás rocas de este género no tienen mucha importancia en Arquitectura.

139. Arcilla común.—Es generalmente empleada en obras ordinarias de alfarería y ladrillos, tiene los caracteres siguientes: es untosa, se adhiere á la lengua, hace pasta con el agua, de ordinario fusible á temperaturas elevadas, con frecuencia se halla mezclada con arena; es de color gris amarillento, y su composición de sílex 55,29, alúmina 28,47, magnesia 3,00, cal 0,31, óxi-

do de hierro 0,33 y agua 12,60.

140. Arcilla plástica ó la de alfarero.—Es blanca, pero también las hay coloradas por el óxido de hierro, son más untosas que la anterior, y la pasta formada con el agua, por la acción del fuego, adquiere grande solidez. Unas son fusibles y otras no se funden ni á elevadas temperaturas, depende del óxido de hierro que contengan.

141. Arcilla gredosa.—Se adhiere á la lengua, es fusible á una temperatura regular, produce escorias morenas, se disuelve en el agua con la que rara vez forma pasta por ser jabonosa y no se emplea en alfarería.

142. Arcilla margosa.—Es un poco colorada y hace viva efervescencia con los ácidos; es una mezcla de arcilla con carbonato de cal y se emplea principalmente en abonar las tierras.

143. Arcilla oerosa ó de vidriado.—Llamada tierra de Siena es amarilla rojisa, cuyo color se traslada al tacto; es más ó menos fusible, se adhiere á la lengua, no forma pasta con el agua, sino que dispersándose parte de ella, forma burbujas que desaparecen con ligerísimo ruido.

144. Arcilla ligera ó harina fósil.—Sobrenada en el agua y se deslíe en ella; es untosa y resistente al fuego. Los ladrillos de esta arcilla son muy ligeros, y mezclada con un tercio de arcilla ordinaria los produce mejores. Se compone de 55 de sílice, 12 de alúmina, 15 de magnesia, 3 de cal, 1 de óxido de hierro y 14 de agua.

145. Arcilla de barnizar ó esquisito de pulimento.—Es una arcilla siliciosa, se adhiere con avidez á la lengua; el color es gris sucio, gris amarillento, es infusible y sirve para dar brillo y pulimento á los metales.

146. Cualidades de las rocas.—En general, las buenas cualidades de las piedras de construcción, consisten: en tener el grano fino y homogéneo, textura uniforme y compacta; en resistir á la humedad, á las heladas; y en no estallar con el fuego en caso de incendio.

Pocas rocas reúnen estas cualidades, por lo que al edificar debe el arquitecto observar las piedras que se hacen uso en el país, recorriendo las canteras que las producen, tomando notas de la conveniente explotación y estudiando, á la vez, los edificios construídos con ellas;

mas cuando el arquitecto se ve obligado á explotar nuevas canteras, debe sacar piedras en todas las estaciones del año, para observar en qué tiempo conviene extraerlas.

147. Experimento.—Se puede saber si una roca resiste á la intemperie, á la humedad y á las heladas, sometiéndola al experimento siguiente: échese un pedazo de piedra en una disolución fría saturada de sulfato de sodio, y después póngase en un cuarto cuya temperatura sea de doce á quince grados centígrados; al cabo de veinticuatro horas, la piedra se cubre de una cristalización parecida á la de la congelación del agua. Entonces se rocía la piedra con agua, hasta que desaparezcan las eflorescencias salinas. Repetida la prueba por cuatro ó cinco veces, se observarán positivamente las buenas ó malas cualidades, comparándolas entre varias rocas que se sometan al ensayo; tales efectos son como si hubiesen estado expuestas á la helada ó la intemperie por muchos años: las rocas que resisten sin alterarse son las mejores.

Las piedras calcáreas no resisten á una prueba de más de veinte días, se descomponen; lo que manifiesta, que el experimento es más enérgico que las heladas más fuertes.

Las piedras siliciosas ó cuarzosas reúnen mejores cualidades para resistir á los agentes atmosféricos, pero son más difíciles para darles las formas convenientes.

148. Cualidades de las rocas de una misma clase.—Para las piedras de una misma especie, obsérvense las cualidades siguientes: 1.^a, que las de color menos bronceado son más blandas; 2.^a, las rocas que presentan más áspera la superficie de ruptura y más llena de puntos brillantes, se trabajan con más dificultad que las que la producen lisa y de grano uniforme; 3.^a, que cuando se moja una piedra y absorbe prontamente el agua, aumentando considerablemente su peso, no es á propósito para resistir á la humedad; 4.^a, las piedras, cuyo sonido es lleno, son generalmente de grano fino y de contextura uniforme; 5.^a, las rocas que exhalan olor de azufre, cuando se las talla, son muy resistentes; y 6.^a, de varias piedras de la misma especie, son más duras y más resistentes, las más densas.

149. **Cantera.**—Laman así, al sitio donde se halla y extrae la piedra dócil al cincel y que recibe la forma que se la dé. Además, se dice explotar una cantera, sacar de ella por medio del trabajo el material y producto deseados. Abierta la cantera por excavación, y conociendo por experiencia que se puede extraer piedra de calidad acreditada y en gran cantidad, se tiene una finca de algún valor que se aprecia, atendiendo á la calidad de la roca, la distancia al lugar de la venta, el camino, etc., etc. Para explotar una cantera, lo primero es remover los estorbos, y esto se dice, *escombrar* ó limpiar la extensión en la que se descubren masas de piedra. Se debe cuidar de no principiar la excavación muy baja, para que no se convierta en cueva peligrosa, sino que se hace un camino con una pendiente suave para que se entre á ella con facilidad á sacar material con el menor esfuerzo posible. Es pues mucho mejor tirar las piedras de lo alto ó hacerlas rodar hacia abajo, que tener que levantarlas hacia arriba; pero no se debe olvidar que las capas altas ó las que están visibles y expuestas al aire, talvez siglos, no son tan buenas ni sólidas como las que están cubiertas ó defendidas por las capas superficiales; porque las presiones apresuran la formación de las piedras más densas; y porque la experiencia ha manifestado que la piedra que se halla profunda en la cantera, es generalmente, más dura, compacta y mejor, bajo todos conceptos, que la que está próxima á la superficie que es blanda y desmenuzable. Inspeccionada la roca detenidamente, casi siempre, se halla subdividida por juntas, hendiduras ó rajadas naturales, tan pequeñas, que es difícil introducir en ellas agujas finas; pero las piedras no tienen en dichas juntas ninguna adhesión natural ni cemento que las una formando un sólo cuerpo; y por consiguiente, en tales casos, una parte de la piedra puede separarse de la otra con facilidad. Las grietas ó juntas horizontales ó casi horizontales, pueden verse sin dificultad desde el frente, y no siempre habrán juntas verticales; pero si las hubiesen serán tan visibles como las horizontales y ellas facilitan más la explotación de la cantera.

150. **Valor de rocas labradas.**—El valor de toda piedra

aumenta con sus dimensiones, cuando no tiene grietas, según que sus caras ó paramentos sean más lisos, sus esquinas ó aristas muy vivas; y según la pulimentación de sus molduras, relativas al orden arquitectónico que pertenezcan.

151. Modo de dividir las rocas.—Cuando no se hallan grietas verticales en las capas de piedra ó cuando se desean sillares menores que las que ellas determinan, las grietas ó hendiduras se hacen artificialmente. La operación se reduce á una línea de agujeros formados en la piedra á regular distancia entre sí, en la recta que marca la dirección y magnitud deseadas. En seguida se coloca en los agujeros una hilera de punzones largos y cónicos de acero, los que golpeados con igualdad y simultáneamente sobre sus cabezas, producen la separación de la piedra en la dirección requerida. Si la roca no se abre fácilmente, se introducen en los agujeros ó en la raja natural de la roca, cuñas de madera seca, las que usadas como las de acero, producen igual efecto; más en el caso de que las cuñas, usadas de este modo, no den resultados positivos, se hace una pared ó malecón de arcilla, al rededor de la piedra, se llena de agua el depósito hasta que queden sumergidas las cuñas de madera; las cuales hinchándose con esa fuerza viva que produce la dilatación de ellas, jamás dejan de separar las masas, si al efecto, se ha empleado madera perfectamente seca.

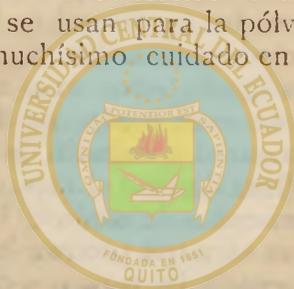
152. Uso de la pólvora en las canteras.—El uso de la pólvora para el trabajo de las canteras, exige taladros, barrenas y cincales de acero templado con sus diámetros de dos á cuatro centímetros; la profundidad de los agujeros que se hacen en las rocas con los taladros, basta regularmente, que sea de quince á veinticinco centímetros para que produzca piedras de regular tamaño, que labradas den sillares buenos para construcciones de edificios. La comodidad de la carga del barreno requiere se ponga la pólvora en un cartucho ó saco de lienzo ó de franela, y en éste, una caña ó paja delgada llena del mismo material, de modo que un extremo esté en contacto con la pólvora y el otro fuera del hueco; pero si el barreno está húmedo, el cartucho

se hace de hoja de lata con un tubo angosto para el cebo. Encima del cartucho se pone arena seca, grava ó fragmentos pequenísimos de piedra, llenando el resto del barreno con arena mojada, se ataca con un bástago de hierro golpeado con un martillo, y así se deja hecha la carga.

La comunicación del cartucho con el cebo, se hace con algún mixto de pólvora humedecida con agua ó con una mecha lenta y tardía de papel ó de trapo empapado en una solución de nitro; de modo que dé tiempo á la persona que ha de poner el fuego al barreno, para retirarse antes de la explosión, que es muy peligrosa y de graves consecuencias.

Empleo de la dinamita.—Para hacer uso de la dinamita en las canteras ó en esta clase de trabajos, bastan las mitades y hasta los tercios de las dimensiones de los barrenos que se usan para la pólvora; y sobre todo, se debe tener muchísimo cuidado en la carga y explosión.

(Continuará).



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL