

des dimensiones, no siendo favorables para su posterior trituración y molienda.

Por otra parte, un enfriamiento muy rápido, "congela" el clinker, la fase líquida solidifica sin cristalización (vidrio), no siendo conveniente su formación.

Industriamente se consigue un enfriamiento intermedio, balanceando las dificultades de los casos extremos anotados anteriormente.

TIPOS DE CEMENTO PORTLAND

En base a las distintas propiedades que poseen los cementos según su composición, es posible distinguir varios tipos de Cemento Portland:

- 1) Cemento Portland Normal, de uso general con velocidad de endurecimiento media.
- 2) Con moderado desprendimiento de calor al fraguar y resistencia media a los sulfatos.
- 3) De altas resistencias iniciales, o de endurecimiento rápido.
- 4) De bajo calor de hidratación, usado en construcciones de gran volumen, cuando los aumentos de temperatura del material pueden ser perjudiciales.
- 5) Cemento portland FERRARI, muy resistente a la actividad química.
- 6) Cemento Portland resistente a los sulfatos, para construcciones en industrias.
- 7) Portland ferrico, sin presencia de aluminato tricalcico, son de color marron y de peso específico muy elevado, presentan un endurecimiento muy lento.
- 8) Cemento Portland Blanco, con bajo contenido de óxido de hierro.

A su vez como consecuencia de estudios más profundos han surgido los llamados supercementos, utilizados en las grandes obras que son capaces de ofrecer altas resistencias mecánicas a la vez que soportan ataques de agentes químicos en las más severas condiciones.

HIDRATACION DEL CEMENTO PORTLAND

Pasemos ahora a ver una de las propiedades más importantes de cualquier

tipo de cemento Portland, como es la de dar mezclado con agua, una pasta que fragua y endurece, tanto al aire como bajo el agua, fenómeno llamado *hidratación*. Según Le Chatelier, los componentes del cemento Portland en presencia de agua *entran en solución, en determinado orden*. Siendo más solubles los constituyentes anhidros que los hidratados, la solución se hace sobresaturada con relación a éstos últimos entonces los componentes hidratados se separan por cristalización, permitiendo la disolución de nuevos constituyentes anhidros y así sucesivamente. Se ha probado que las primeras reacciones de hidratación se realizan en la superficie de los granos, de ahí la importancia de la molienda y su grado de fineza. La precipitación inmediata de los cristales reducen la movilidad de los granos de la pasta y por tanto aumentan su viscosidad; esta es la etapa de **FRAGUADO**, más tarde, las partículas se aprietan entre sí por interposición de cristales y adherencias, dando a la pasta cohesión y dureza, etapa de **ENDURECIMIENTO**.

Los primeros elementos que reaccionan con el agua son los aluminatos, luego los silicatos, los primeros se hidratan tan rápidamente que de no añadir en la mezcla con el clinker, un retardador de fraguado el cemento se "agarrola". En la práctica el tiempo de fraguado se regula a los efectos de que pueda permitir el amasado y transporte, en la utilización en hormigones y morteros con la proporción de yeso que se añade al clinker.

El endurecimiento es la etapa en la cual el cemento hidratado ya es capaz de soportar esfuerzos mecánicos, y esto se debe a la hidratación de los componentes en este orden.

Silicato tricalcico, con una aportación inicialmente importante y continuada por bastante tiempo.

Aluminato tricalcico, de rápida y corta duración (7-28) días según su contenido de yeso.

Silicato bicalcico con aportación débil al principio, pero notable a partir de los 28 días.

Por último, de un modo general, puede decirse que las cales hidráulicas, los cementos naturales, los Portland artificiales, los puzolanicos y los siderurgicos (salvo el sobresulfatados) pueden mezclarse sin inconvenientes, mientras se re-