

RESUMEN MATERIALES POLIMERICOS

Monómero: compuesto molecular simple que puede unirse de forma covalente con otros para formar cadenas moleculares largas.

Polímero: se producen por la unión de miles de moléculas pequeñas llamadas monómeros formando enormes cadenas de las formas mas diversas.

Un material polimérico es un material cuya estructura interna esta formada por polímeros.

Polimerización: es un encadenamiento de las moléculas de los monómeros por uno o mas de los enlaces que estos tienen bajo la influencia del calor o de un catalizador.

Homopolímero: son polímeros compuestos por monómeros idénticos.

Copolímero: compuesto formado por dos monómeros diferentes polimerizados al mismo tiempo.

- alternantes.
- Aleatorios.
- De injerto.

Por ejemplo el cloruro de vinilo + acetato de vinilo

Estireno + acrilonitrilo.

Polimeros isómeros: polímeros con la misma composición en porcentaje pero con diferente colocación de los átomos o grupos de átomos.

PLASTICO: material de peso molecular elevado que contiene como componente esencial una sustancia orgánica que en su estado final es un sólido y que en alguna de sus fases de formación pudo moldearse por fluidez.

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACION DE LOS M. POLIMERICOS:

- origen: – **naturales** como la seda, la celulosa, la lana, el algodón..

- **artificiales** como la nitrocelulosa y el acetato de celulosa
- **sintéticos**. plásticos

b) naturaleza: – de procedencia **orgánica**

- de procedencia **inorgánica**.

c) estructura – macromoléculas **lineales**.

- macromoléculas **ramificadas**.
- Macromoléculas **entrecruzadas o reticuladas**.

d) configuración espacial: – **isotacticos** con la misma ordenación de las uni. Estructurales.

– **sindiotácticos** con ordenación alternada

– **atacticos** sin ordenación

e) aplicaciones: – **termoplásticos**

– **termoestables**

– **elastómeros**

FUERZAS ENTRE LAS CADENAS POLIMERICAS

Los polímeros tienen una excelente resistencia mecánica debido a que las grandes cadenas poliméricas se atraen.

Esta atracción engloba **enlaces interatómicos**, **fuerzas intermoleculares** y fuerzas derivadas del **enmarañamiento físico de las cadenas**.

La magnitud de las interacciones de las cadenas depende de:

A – naturaleza de los enlaces intermoleculares:

- **fuerzas de vanderwaals**: dipolos transitorios (polietileno)
- **dipolos permanentes** (poliéster)
- **enlaces de hidrógeno** (nylon)
- **atracciones de tipo iónico** (ionómeros)

B – peso molecular: al aumentar el peso molecular aumentan las fuerzas atractivas.

C – cristalinidad: – empaquetamiento de las cadenas desordenado polímeros **amorfos**

- empaquetamiento regular → polímeros **cristalinos**.

D – flexibilidad de las cadenas: se ve limitada por el tamaño y forma de los sustituyentes y por la estructura química del esqueleto.

TIPOS DE POLIMEROS SEGÚN SUS APLICACIONES (POLIMEROS INDUSTRIALES)

TERMOPLÁSTICOS: se reblandecen con el calor y una vez enfriados, si se someten nuevamente al calor, se les puede moldear nuevamente. En general son polímeros lineales y representan el 80% de los plásticos comerciales.

TERMOESTABLES: son los que por efecto del calor, con o sin presión, al endurecer lo hacen de forma irreversible. En general son muy reticulados.

ELASTÓMEROS: son resinas que al **vulcanizarse** con agentes químicos como el azufre, se obtienen materiales similares a la goma. Pueden ser deformados y recuperar su forma primitiva al cesar dicha fuerza. En general son poco reticulados.

Vulcanización: reacción química que causa el cruzamiento de las cadenas poliméricas

PRINCIPALES PROCESOS DE POLIMERIZACIÓN.

A – polimerización por adición: los monómeros interactúan entre si sin perder ningún átomo.

B – polimerización por eliminación o condensación: se producen perdidas moleculares de los

Compuestos que reaccionan, generalmente alcoholes o agua.

RESPUESTA AL CALENTAMIENTO.

temperatura de transición del estado vítreo (T_g). A esta temperatura, que es distinta para cada polímero, las cadenas adquieren la suficiente energía para desplazarse unas respecto a las otras..

Los termoplásticos, por debajo de esta temperatura son rígidos y deformables por encima de ella.

Los termoestables como el grado de entrecruzamiento de las cadenas es tan alto, por encima de T_g la estructura permanece rígida y solo se produce movimiento cuando los enlaces químicos han desaparecido, es decir, hay que destruir el polímero para que este fluya.

En los elastómeros, su aplicación ha de ser a temperaturas superiores a T_g para que sigan siendo elásticos.

(T_{de}). Temperatura a la que se producen deformaciones inaceptables por diversos métodos estandarizados.

Elastómeros: la temperatura de uso debe estar por encima de T_g con el objeto de que retengan la movilidad molecular necesaria para obtener elasticidad.

Polimeros amorfos: (PMMA) se usan por su rigidez, por lo que hay que usarlos por debajo de T_g.

Polimeros cristalinos: se usan por debajo de su temperatura de reblandecimiento para que no haya riesgo de producirse cambios estructurales. T_g no es importante ya que solo representa un cambio menor en el comportamiento.

Propiedades y características de los plasticos

• RESISTENCIA MECANICA

COMPRESIÓN, FLEXION, TRACCIÓN Y CORTADURA.

Los termoplásticos amorfos por debajo de T_g son poco flexibles y conservan buena aptitud ante tracciones. Con adición de plastificantes y fibras se modifica la flexibilidad.

En **polímeros altamente cristalinos y rígidos**, el comportamiento ante flexiones y tracciones son similares.

ROTURA

Rotura frágil: ante esfuerzos bruscos, bajas temperaturas

Rotura dúctil: con incrementos paulatinos de tensión, altas temperaturas.

RESISTENCIA AL IMPACTO:

Depende de la fragilidad del material. La resistencia se puede mejorar con cargas de partículas de goma,

inclusión de fibras...

- ROZAMIENTO Y DESGASTE

El valor del coeficiente de rozamiento depende de la naturaleza de las dos superficies en contacto.

- PTFE Y PEAD tienen un coeficiente muy bajo
- Pebd tiene un coeficiente muy superior.

Para corregir un alto coeficiente de rozamiento, se le pueden añadir al polímero lubricantes sólidos como el grafito, teflón...

Los elastómeros presentan coeficiente de rozamiento muy altos, siendo en ellos una cualidad muy importante al darles adherencia.

- PROPIEDADES ELECTRICAS

En general son malos conductores eléctricos por lo que se usan como aislantes en la industria eléctrica y de la electrónica

- PROPIEDADES OPTICAS
- **Capacidad para transmitir luz a través.** polímeros amorfos (PMMA) transparentes
- **Tomar color.** Se añaden tintes para colorear sin perder transparencia y pigmentos para colorear produciendo opacidad.
- Pueden disponer de **brillo** dando buena presencia estética.
- **Foto degradación** en presencia sobre todo de radiaciones ultra violeta, pudiéndose corregir con pigmentos absorbentes.
- PROPIEDADES TERMICAS

Son malos conductores del calor por lo que se usan como aislantes térmicos.

- **Polímeros cristalinos** (PE, PP, PTFE), tienen **mayor** conductividad.
- **Polímeros amorfos** (PVC, PS, PMMA), tienen **menor** conductividad.
- PERMEABILIDAD A LOS GASES Y VAPORES
- Las resinas de ABS y el PVC son impermeables a ambos.
- PE, PP, y el PTFE son permeables al vapor de agua pero muy permeables al oxígeno.
- ESTABILIDAD A ALTAS TEMPERATURAS Y COMPORTAMIENTO EN EL FUEGO

A altas temperaturas se puede dar degradación química, dependiendo la temperatura de cada polímero..

La combustión de los plásticos produce gran cantidad de gases tóxicos y humos teniéndolo que tener presente en caso de incendio.

INDICE DE OXIGENO CÍTRICO (COI): el mantenimiento y propagación del fuego depende de la concentración de oxígeno presente en la zona. El COI es la mínima concentración de oxígeno que mantiene la combustión de una varilla de un material en un ensayo normalizado.

COI > 0.27 –con características de auto extinción, **COI < 0.21**buena propagación del fuego

- RESISTENCIA A DISOLVENTES Y REACTIVOS QUÍMICOS

Presenta grandes ventajas frente a materiales como los metales (**inexistencia de corrosión**) , el vidrio

(mejores características mecánicas) y la cerámica a la hora de usarse como envases, recipientes, maquinaria etc.

Los grandes enemigos de los plásticos son:

- **Disolventes** que producen hinchamiento
- **Los ácidos y bases fuertes** hidrolizan los grupos ester o amida
- **Los oxidantes fuertes** producen oxidación y fisión de las moléculas poliméricas.
- **Ozono y rayos UV.**

TERMOPLASTICOS

POLIETILENO (PE)

Se obtiene mediante polimerización por adición del etileno. Se considera el plástico mas ligero. – Tiene buenas propiedades mecánicas y eléctricas y poca absorción de agua.

– Es casi impermeable, incoloro, insípido, inodoro, no toxico y poco traslucido. – También conserva sus propiedades a temperaturas muy bajas.

– elevada resistencia a agentes químicos

– fácilmente combustibles.

- **POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (PEBD):** fabricado a alta presión usando como catalizadores de la reacción iniciadores de radicales libres. Es mas flexible que el de alta densidad. Su estructura presenta muchas ramificaciones.
- **POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD LINEAL (PEBDL):** fabricado a baja presión usando como catalizadores de la reacción los de tipo ziegler natta y con el buteno-1 de comonomero

c) **POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD):** fabricado a baja presión y en presencia de catalizadores tipo ziegler natta. Su estructura esta bastante empacada y apenas presenta ramificaciones por lo que es el mas rígido

APLICACIONES DEL POLIETILENO EN CONSTRUCCIÓN:

- Como **elemento auxiliar del hormigón** colocándolo para facilitar desencofrados y tapándolo en presencia de altas temperaturas evitando que se arrebate.
- Protección **contra la intemperie** bien para los trabajadores, bien protegiendo los trabajos.
- En tuberías de **conducción de agua** de instalaciones sanitarias, red general de abastecimiento...
- **Geomembranas y geotextiles** para protección de laminas de impermeabilización, bajo tarimas flotantes .
- **Espumas** para recibir puertas, ventanas, realizar juntas de dilatación..

OTRAS APLICACIONES

- Envases
- Plásticos para invernaderos
- Fabricación de tetrabrick
- Cuerdas, redes
- Tuberías, mangueras.
- Recubrimiento de cables eléctricos

Poliuretanos (pur)

Se obtiene por copolimerización del isocianato junto con el poliol

Se pueden obtener diferentes productos con diferentes estructura:

- De **estructura lineal** dando lugar a un **termoplástico**.
- De **estructura reticulada** dando lugar a un **termoestable**
- **Poco reticulado** dando lugar a un **elastómero**

Sus principales propiedades son:

- excelente aislamiento térmico.
- Resistentes al agua y a la intemperie
- Buena resistencia química excepto con ácidos y bases concentrados y disolventes orgánicos
- Con aditivos son difícilmente inflamables

PRINCIPALES USOS:

- Como **pinturas** en suspensión, dando plasticidad e impermeabilidad.
- Como **adhesivos**.
- **Fibras textiles** (lycra)
- Como **espumas aislantes**.

TIPOS DE ESPUMAS:

Las espumas (polímeros expandidos) son productos porosos, de baja densidad, obtenidos por dispersión de un gas en el interior de un polímero, bien sea termoplástico o termoestable antes de someterlo al proceso de endurecimiento

Las propiedades de las espumas en general de la cantidad de poros que posea y del grado de reticulación de las cadenas poliméricas.

A mayor densidad hay menos poros y se consigue mayor resistencia mecánica

- **RÍGIDA:** comportamiento mecánico entre frágil y tenaz y para usos con temperaturas entre -200 y $+300$ grados centígrados.

Se usa como aislante en construcción y en cámaras frigoríficas.

- **FLEXIBLE:** es un buen aislante acústico, permeable al aire y para uso en condiciones térmicas menos agresivas

Se usa en la industria del mueble, del automóvil como revestimiento de pavimentos.

- **SEMIRÍGIDA:** es un excelente amortiguador de impacto y muy buen aislante acústico.

Se usa mucho en la industria del automóvil para la construcción de parachoques y otras piezas, como suelas del calzado

- **INTEGRAL:** la piel externa es homogénea y la interior es espumada. Tiende a amarillear por lo que se suele pintar. Se suele reforzar con fibra de vidrio o refuerzos metálicos.

Se usa en la industria de la electrónica, imitaciones de vigas de madera...

POLICARBONATO (PC)

Polímero obtenido mediante un proceso de condensación y adición de HCL

Sus principales propiedades son:

- **Propiedades físicas y mecánicas:** magnífica transparencia, resistente a altas y bajas temperaturas, gran dureza superficial y resistencia al impacto al ser muy tenaz
- **Propiedades químicas:** poco higroscópico, resistente a grasas aceites y carburante, resistente al ozono y de resistencia limitada frente a la luz UV. Es atacado por amoníaco, H^+ y OH^- produciendo hidrólisis

APLICACIONES

- Vidrios de seguridad
- Cristal para protección de luminarias
- Parachoques de automóviles, faros..
- Gafas de seguridad
- Piezas de ordenador compact-disc
- Se usa con aleaciones de diferentes resinas para fabricar lentes de contacto

POLICARBONATO CELULAR.

- Gran transparencia
- Alta resistencia a productos químicos
- Resistencia a la intemperie
- Resistente a tracción y golpes
- Arde con dificultad y se apaga solo
- Muy ligero

Se usa para cubiertas transparentes, claraboyas cabinas telefónicas de ducha, mamparas, tabiques..

Polimetilmetacrilato de metilo (pmma)

Su nombre comercial mas conocido es el de PLEXIGLAS.

Se obtiene por polimerización del metacrilato por la acción de la luz, calor u oxígeno.

Es transparente, claridad excepcional y buenas propiedades ópticas.

No sufre cambios con la temperatura. Se puede coser, taladrar, pulir. Buena resistencia a agentes químicos y agentes atmosféricos, siendo atacado por esteroides, acetonas, ácidos orgánicos y álcalis

Sus propiedades lo hacen apto para sustituir en numerosos casos al vidrio por la fabricación de lentes, lentillas, parabrisas, mirillas....

APLICACIONES EN CONSTRUCCIÓN

- **adhesivos**
- **revestimiento** de paredes exteriores

- formación de **paramentos transparentes**, tanto verticales como horizontales
- como **resinas sintéticas** mezcladas con morteros
- **revestimientos** para suelos interiores
- **pavimentos de cubiertas de barcos**

poliestireno (ps)

Se obtiene por polimerización del estireno:

- es transparente como el cristal
- muy duro y resistente
- ligero
- estable a la luz y agentes atmosféricos
- magnificas propiedades eléctricas
- resiste ácidos y bases diluidos
- atacado por ácidos fuertes y esteres soluble en alcohol y cetonas.
- Arde con llama luminosa y humeante

TIPOS DE POLIESTIRENO:

PS no modificado: hay varios tipos según su peso molecular, PM alto > resistencia a alta temperatura (todos los polimeros). Se colorea bien, usándose para la fabricación de envases, botellas.. y es usado en la industria de la electrónica al ser buen aislante eléctrico.

PS de alto impacto (hips) : carcasas de electrodomésticos, equipos de alumbrado...

Espumas de PS:es uno de los termoplásticos mas utilizados en la fabricación de espumas integrales.

Las espumas pueden ser:

- **de poliestireno expandido**: de baja densidad y poroso, usado como aislante térmico , para embalajes.
- **de poliestireno extruido**: de mayor densidad, con gran resistencia a compresión y mayor poder aislante. Presenta una escasa absorción de agua.

A parte de ser usadas como aislantes térmicos, en construcción son también usadas para la fabricación de moldes para encofrados perdidos, moldes para darle formas al hormigón

Poli cloruro de vinilo (pvc)

Es un derivado del alcohol vinílico:

Lo hay de dos tipos:

- PVC rigido
- Pvc flexible (plastificado)
- es de color blanco, insípido, incoloro, inodoro e inerte.
- Se disuelve con acetonas y esteres.
- Resistes aceites.

APLICACIONES en construccion

- conducciones de agua potable.
- Canales de desagüe
- Tuberías de gas
- Tubos para conducciones de cableado
- Tubos de acero revestido con pvc para calefacción a distancia
- Revestimientos de pisos
- Persianas
- Aislamiento de conductores.

Poliacetato de vinilo (pvac)

es un termoplástico líquido con gran inercia química y de gran poder adhesivo

Aplicaciones

- como pinturas de recubrimiento
- revestimientos
- adhesivos para colocación de baldosas cerámicas, azulejos
- adhesivo para reparación de hormigón.

Polipropileno (pp)

Su característica más señalada es su baja densidad. Se emplean para los mismos usos que el polietileno siendo más rígidos y resistentes a la luz solar.

En los últimos años su uso en construcción ha experimentado un gran auge para en instalaciones de agua fría y caliente en viviendas, ya que se sueldan mediante calor y presión, haciéndolo más fácil de trabajar que el cobre y el hierro. (vamos, que es pa bobos)

Poli-tetra-fluor-etilenos (ptfe).teflón.

Su propiedad significativa es su gran resistencia química. Suelen conformarse por extrusión debido a sus dificultades de moldeo.

Se utilizan para aislamientos de cables de alta frecuencia, tuberías, industria del automóvil, aplicaciones biomédicas.

Poliamidas (pa) nylons

Son muy populares por su empleo como fibra. Son de gran resistencia tensil.

Conformados por extrusión, pueden proporcionar cables, hilos, barras, tubos etc. Para muchas aplicaciones.

Se utiliza para la confección de redes de seguridad en construcción.

PRACTICAS DE MATERIALES POLIMERICOS 2003-2004

MATERIALES VISTOS EN EL LABORATORIO.

PC (POLICARBONATO)

- cristalerías irrompibles de seguridad, acuarios.

- Señalización de carreteras.
- Protección antichoque para iluminación de emergencia
- PC reflectante para cubiertas que impide el paso del calor
- Sistemas antiportantes para formación de estructuras para cubiertas y paredes

POLIÉSTER.

- Poliéster insaturado lacado para decoraciones.
- Membranas monocapa armadas con fibra de vidrio para impermeabilizaciones.
- poliéster +PUR para mangueras de aireación y transporte neumático
- Poliéster insaturado reforzado con fibra de vidrio para decoraciones
- Fibras de poliéster que sirven como armado de diferentes laminas de materiales poliméricos empleadas para impermeabilizaciones
- Armaduras de poliéster con betún elastómero para impermeabilizaciones de cubiertas planas transitables, invertidas o rellenas de grava.

PE (POLIETILENO)

- Tela de PE con protección de aluminio como aislante térmico
- Bolsa de embalaje con triangulito de distintivo

PS (POLIESTIRENO)

- extruido y expandido como aislante térmico.
- Encofrados de PS expandido para cornisas de hormigón.
- Laminas de espuma integral de PS para decoración, mobiliario...

EPDM (ETILENO-PROPILENO)

- hueveras para drenaje.

PP (POLIPROPILENO)

- césped artificial.
- Tuberías para instalaciones de fontanería.

PUR (POLIURETANO)

- Elastómeros, consiguiendo plásticos fuertes para ruedas, rodillos amortiguadores.
- PUR + poliéster para mangueras de aireación y transporte neumático.
- Resinas de PUR para la realización de objetos transparentes.
- Espumas aislantes
- Revestimientos laminares de elastómero de PUR.
- Aislamiento acústico a base de espumas flexibles de PUR pegadas con cola sobre la fabrica (incluso espumas a base de PUR reciclado)

PET (POLIETILEN-TEREFTALATO)

- botellas transparentes y coloreadas.

PVC (POLICLORURO DE VINILO)

- Mangueras de aireación y transporte neumático a base de PVC, PVC + FV.
- Revestimientos laminares.
- Espumas rígidas para maquetas, mobiliario, recubrimiento de paredes húmedas

PMMA (POLIMETIL–METACRILATO o también METACRILATO DE METILO)

- Láminas transparentes, opacas o coloreadas para cubiertas, mamparas, plafones claraboyas, vitrinas, maquetas.

FV (FIBRA DE VIDRIO)

- vendas de velo fino para sellado de juntas y grietas y posterior pintado, para refuerzo de impermeabilizaciones a base de pinturas de caucho, poliuretano, betún asfáltico, mastico elastómero (SBS).

BETUN ASFALTICO.

- betún asfáltico oxidado + yute + tela de aluminio para impermeabilizaciones.
- Con refuerzo de FV.

SBS (BETUN ELASTÓMERO).

- láminas para impermeabilizaciones con armaduras de poliéster, de FV.

NEOPRENO.

- juntas de dilatación.

ELASTÓMEROS

– para mangueras de presión.

MATERIALES COMPUESTOS

Los materiales compuestos están formados básicamente por dos partes bien diferenciadas: la **matriz**, que sirve como base de los otros materiales, y los **materiales reforzadores** que serán de otra clase de material distinto de la matriz

PLASTICO REFORZADO: es el nombre genérico dado a un material compuesto formado básicamente por una matriz de resina reforzada con la incorporación de fibras.

Clases de materiales compuestos en construcción (composites)

- **materiales reforzados** con partículas: morteros, hormigones.
- **Materiales reforzados con fibras:** de acero, de vidrio, plásticas.
- **Materiales laminados:** láminas de distintos materiales unidos entre sí a presión o con adhesivos a papel, tela, madera, FV

CLASES DE MATRICES.

- **Termoplásticos:** son solubles en solventes apropiados y fusibles bajo determinadas condiciones de temperatura: nylon, polipropileno, policarbonato, polietileno y abs (acronitrilo–butadieno–estireno)

- **Termoestables:** se caracterizan por su insolubilidad, inflexibilidad y alta rigidez: poliésteres, resina epoxi, y ester vinílicas...

La matriz tendrá que tener propiedades elásticas y plásticas, con una baja densidad.

fibras:

Se les exige:

- **buenas características mecánicas:** alta rigidez y alta tracción.
- **Estabilidad frente a agentes químicos.**
- **Estabilidad** al desgaste.
- **Compatibilidad química** y de adherencia con la matriz polimérica.

Las fibras, antes de introducirse en la resina sufren un tratamiento que incluye un agente adhesivo y una resina en forma de película, que asegura la protección contra el agua y los daños producidos por los procesos de inyección.

Clases de fibras.

Fibras de vidrio:

El vidrio es un material cerámico obtenido mezclando, por medio del calor, dos silicatos, siendo uno de ellos alcalino. En el proceso de obtención del vidrio, al producirse la fusión de la materia prima, se hace pasar el material por unas hileras para obtener finalmente las fibras de vidrio.

Se comercializa en varios tipos: **tejido**, **mat** (fieltro de hilos) y **roving** (filtros formando una hebra).

Aplicaciones:

- fachadas: paneles y placas.
- Ingeniería civil: encofrados, transporte de aguas y canales, muros anti ruido
- Moldeados arquitectónicos
- En sustitución del amianto como aislante.

Fibras de carbono:

Las fibras de carbono se fabrica a partir de otro polímero, llamado poliacronitrilo (PAN), a través de un complicado proceso de calentamiento. Son a menudo mucho mas fuertes que el acero y por eso muchas veces se usan para sustituirlo.

Etapas:

- **carbonatacion.**
- **Grafitizacion.**
- **Tratamiento de la superficie:** mejorando la adhesión de la fibra.

Tipos en función del tratamiento de calentamiento:

- **Tipo 1:** alta temperatura. La mas rígida.
- **Tipo 2:** t. Media. La mas fuerte.
- **Tipo 3:** T. Baja. Es la mas barata. Tiene menor rigidez pero buena resistencia.

Fibras de aramida

Las aramidas pertenecen a una familia del nylon.

Propiedades:

- alto grado de cristalinidad.
- Muy alta resistencia a la tracción.
- 5 veces mas resistente que el acero
- altísimo modulo de elasticidad.
- Inalterable a reactivos químicos.

Principales fibras de aramida:

KEVLAR: por su altísima resistencia a tracción se emplean en:

- cables de alta resistencia.
- Refuerzo de neumáticos.
- Pastillas de freno.
- Paracaídas, chalecos antibalas, cuerdas.
- Selladores y adhesivos para T. Superiores a 200 grados centígrados.

NOMEX:

- monos de bomberos por su alta resistencia al calor y la llama.
- Paneles estructurales tipo sándwich
- En la industria aeroespacial y aeronáutica.

Usos en construcción:

Se usan en sustitución del acero para pretensar el hormigón armado:

- **potystal**: poliéster no saturado + fibra de vidrio.
- **Parafil**: con fibras de poliéster y kevlar.
- **Arapree**: resina epoxi + filamentos de aramida.

Tipos de paneles usados en construcción:

- **monolíticos**. Con fibra de vidrio usados en:
 - aislamiento exterior.
 - Cubiertas.
 - muros cortina.
- **Techos de yeso**. Escayola reforzada con fibras de vidrio
- **Aislantes con fibra de vidrio**: lana de vidrio o seda de vidrio.
 - con soporte de papel

- con soporte de cartón
- soporte de tela metálica
- con cañizo
- con arpilleria

- **Paneles sándwich:** piel exterior a base de poliéster reforzado con fibra de vidrio, y núcleo a base de espumas de PVC, PP, PS, PUR.

- en muros, suelos y tabiqueria
- cúpulas, bóvedas, y estructuras de techo
- viviendas prefabricadas.

14

15