

Paviments 360°

Els requisits d'alguns sectors industrials han elevat el llistó en el desenvolupament de revestiments cada vegada més eficients i tecnificats.

En aquest ampli article elaborat per José Antonio Rodríguez, director d'Additius de Mapei Spain, SA es dóna repàs a tots els aspectes que afecten als prescriptors i professionals que intervenen en el procés d'elaboració de paviments de formigó, i es mostren les solucions constructives desenvolupades per Mapei.

INTRODUCCIÓ

Si s'ha tingut alguna vegada a la vida l'oportunitat de participar en el repte d'executar un paviment de formigó (ja sigui de tipus industrial i / o comercial), segur que s'haurà fet a primera hora del matí la següent pregunta (què té prou de retòrica): Què em vaig a trobar avui?

I no ens circumscrivim només al que pugui pensar l'empresa aplicadora que realitza el paviment; hem de considerar també el paper que tenen tots els agents intervinents. A mesura que s'incrementa la col·laboració i el treball en equip entre tots ells, augmenta també la probabilitat de tenir "certes garanties" d'èxit en la seva execució.



Detall de la construcció d'un paviment de formigó.

Afortunada o malauradament, cada dia és diferent en la construcció d'un paviment de formigó. Quan, per exemple, fem servir un maó per a un tancament, podem saber per endavant les seves característiques i propietats físic-mecàniques bé perquè el fabricant i / o nosaltres mateixos tenim l'oportunitat d'assajar abans que formi part de l'estructura final en què va a situar-se. Així, amb els resultats obtinguts i en funció de les especificacions requerides, podem decidir si és conforme o no per a la seva ocupació en el tancament.

Al construir un paviment de formigó, fem servir materials que també poden ser assajats i fins i tot validats amb anterioritat. No obstant això, el formigó, fibroreforçat o no, és un material diferent cada vegada que es fabrica, i ha de confiar en l'estadística i en la traçabilitat per a suposar que, arribada l'edat de 28 dies, compleixi amb uns determinats requisits de resistència. Si estem pensant en una altra característica cada vegada més important com la retracció, se'ns fan curts fins i tot els 90 dies.

En aquest sentit, volem destacar la importància que ha de totes les persones i empreses involucrades en el procés treballin de forma coordinada sense abaixar la guàrdia (com una orquestra tocant una simfonia). N'hi ha prou que una baula de la cadena es trenqui perquè es produeixi una anomalia que pot resultar fatídica per al resultat final. Per molt que s'hagi interpretat, fins i tot per la mateixa orquestra i cor, la Novena Simfonia de Beethoven (aquest any 2020 tan atípic es commemoren els 250 anys del seu naixement) sonarà diferent cada vegada.

Per posar un exemple: un descuit amb una aixeta oberta en un camió formigonera farà que el formigó arribi a l'obra amb una consistència major (molt més tou) del que estableix i crearà un veritable maldecap a l'empresa que està executant el paviment . Si ho aboca, va tenir un comportament en estat fresc molt diferent a la de la resta de formigons confrontants i, un cop endurit, una zona d'el paviment amb una evident minva de les seves propietats físic-mecàniques. Si el torna a la central de formigó i, en funció de quan arribi el següent camió, podria arribar a tenir una "junta freda" o, al menys, un problema de "formigó dur-formigó tou" amb les conseqüències derivades d'aquests fenòmens a l'hora de polir en aquests vores: requemazos, manca de planimetria, etc.

Però no hem de centrar l'exemple només en el transportista: l'Enginyer que calcula el paviment amb la premissa "per si de cas" que comporta un disseny no optimitzat del "mix-design" del formigó que suposa un gran increment de cost per a l'obra (és a dir, "dissenyar un Ferrari últim model per anar a la muntanya"); o el Palista de planta que sap moltes vegades que està tirant sorra humida o seca quan el que té en tremuges és sorra seca o humida; o el cap de planta que va enviar tres camions formigoneres seguits quan sap que es van a acumular en l'obra i hauran d'esperar una bona estona a el sol abans de ser descarregats; o la mateixa Obra on s'ha pujat una mica més d'altura a la subbase, obligant al fet que el gruix de l'paviment de formigó sigui un parell de centímetres menor al que indica el Projecte; o el "probetero" que sempre posa en els albarans que el con d'Abrams és el que hauria de ser i no el que realment ha donat (si ho ha assajat) perquè és amic dels xofers; o "algú" que decideix que és molta fibra la que porta el formigó i redueix la seva quantia per metre cúbic; o l'empresa de control de qualitat que, per absència, no controla el que s'està fent; o l'empresa "especialitzada" en resines que estalvia passades per preparar la superfície i després té problemes a l'aplicar la resina ... i ho deixem aquí, perquè crec que ja ens hem explicat prou.

I què veiem a l'acabar el paviment? Doncs una superfície més o menys plana i / o anivellada, més o menys polida i / o brillant. Tendim moltes vegades a jutjar el conjunt de l'paviment pel seu resultat estètic final, especialment la Propietat, que la majoria de les vegades ni saben ni entenen de paviments ... però són els que paguen.

Sigui en un paviment polit amb capa de trànsit o acabat en resines, estem parlant que els últims mil·límetres de l'paviment de formigó suposaran seu criteri d'acceptació. No obstant això, cal indicar que els bons paviments polits amb capes de rodament no solen ser especialment bonics en els primers anys de la seva vida, guanyant en bellesa i prestacions a mesura que es van fent servir. Els líquids i sistemes de curat, si són efectius, solen deixar empremta en els paviments a el principi i l'estratègia d'emprar productes amb cires per dissimular defectes i / o generar més brillantor inicial de forma artificial no és més que un pedaç que no té llarg recorregut. En el cas de revestiments de resines, han de poder resistir adequadament exigències de diferent índole, mantenint la seva funcionalitat i estètica al llarg de el temps, sempre amb un manteniment programat i sistemes de neteja d'acord amb cada cas.

1. AVANTATGES DELS PAVIMENTS D'ALTA QUALITAT

Una propietat inherent als paviments realitzats amb ciment Portland és la retracció causa de la disminució de volum que experimenta el formigó per diferents causes. De totes elles, la retracció per assecat és la que normalment presenta una major magnitud.

La retracció per assecat es genera per l'evaporació de l'aigua lliure continguda en els porus de l'formigó endurit el que provoca una contracció volumètrica de la mateixa. Si tenim restricció de moviment, podria produir-se fissuració en el paviment quan els esforços de tracció generats per aquesta contracció superin la resistència a tracció de l'formigó, generalment no massa alta.

Per controlar aquesta retracció, i en funció de les necessitats de l'paviment pel que fa a planimetria i disseny de talls, tenim una sèrie d'etapes que haurien de ser posades en pràctica en el següent ordre:

- I. Optimitzar el disseny o "mix-design" de l'formigó: en la mesura del possible, reduir la quantitat d'aigua i de ciment ens permet reduir de per si la retracció. Per això, en MAPEI disposem d'una àmplia gamma d'additius superplastificant de la família **Dynamon Floor**, superplastificants específics per a paviments, que permeten reduir la relació aigua / ciment sense perjudicar la treballabilitat de l'formigó en estat fresc, ajudant a evitar delaminacions i altres patologies associades als additius en aquest tipus de formigons. A més, s'ha d'acompanyar amb l'ocupació d'àrids de bona qualitat, amb la màxima grandària de grava que permeti el gruix de l'paviment.

Per paviments de 20 cm de gruix amb retracció estàndard, es recomana un disseny de talls de, aproximadament, 5 x 5 metres.

- II. Ocupació d'additius reductors de la retracció de la gamma **Mapecure SRA** que redueixen la tensió superficial de l'aigua a l'interior dels porus de l'formigó, disminuint la pressió capil·lar, garantint una millor estabilitat

dimensional de l'element i també una dràstica disminució de les fissures causades per aquest fenomen. A més, actuen com curadors interns de l'formigó. Recomanat per a paviments amb talls de retracció més espaiats, al voltant de 15 x 15 metres per a un paviment de 20 cm de gruix.

- III. Ocupació d'un agent expansiu d'expansió controlada de la gamma **Expancrete** que genera tensions de tracció en l'armat i compressió en el formigó. Aquesta "precompressió" induïda per l'agent expansiu impedeix que les sol·licitacions de tracció induïdes en el conglomerat per efecte de la retracció higromètrica superin la resistència a tracció de l'formigó evitant la seva fissuració.

Aquestes tres tecnologies estan integrades dins d'un sistema complet que s'anomena **MAPECRETE SYSTEM** (superplastificant de la gamma **Dynamon Floor**, reductor de retracció de la gamma **Mapecure SRA** i agent expansiu de la gamma Expancrete). **MAPECRETE SYSTEM** permet aconseguir paviments sense talls de retracció amb draps al voltant de 1.000 m2 (i fins i tot superiors).

MAPECRETE SYSTEM és fruit d'un profund treball de recerca de MAPEI durant molts anys, tant a nivell micro com macroestructural, i el seu gran avantatge és que els seus resultats són quantificables. La proporció de cada producte en el Sistema pot calcular-se, entre altres paràmetres, en funció dels tipus de ciment disponibles, les característiques dels materials amb què es va a confeccionar el formigó, el disseny de l'element i la climatologia prevista durant la fase de formigonat (a fi d'aconseguir la màxima efectivitat de sistema), etc. A més, permet determinar si la retracció final es correspon al que projectat i garanteix una correcta estabilitat dimensional de l'element formigonat.

MAPECRETE SYSTEM pot incorporar fibres polimèriques i / o metàl·liques a fi de millorar el comportament davant la retracció plàstica i / o dotar el formigó d'una ductilitat que, de per si, com a material no té. **MAPECRETE SYSTEM** millora la matriu cimentosa i, per tant, el comportament de la fibra dins de l'formigó.



Detall d'un formigó fibroreforçat amb la fibra polimèrica estructural **MAPEFIBRE ST50 TWISTED**.

S'ha de fer constar que el formigó fibroreforzado no retreu menys que un formigó sense fibra: el seu propòsit és distribuir una o diverses fissures de mida microscòpica en milers de microfissures de mida microscòpica. Així mateix, no resol el tema de l'obertura de les juntes de construcció ni el alabeig a les vores adjacents.

Els paviments sense talls de retracció són més operatius sempre que s'hagi aconseguit una planimetria adequada al paviment, fins i tot a la zona de vores, on hi ha les juntes de construcció que delimiten cada drap diari de formigonat. És evident que, al no executar talls de retracció, estem evitant diferents patologies:

- Els talls tendeixen a desportillarse i deteriorarse amb el pas el temps i / o per la maquinària que circula sobre el paviment.
- Els talls, si no es protegeixen, s'omplen ràpidament de brutícia i poden ser una porta d'entrada a agents agressius per al formigó.
- Els talls, encara que es protegeixin amb segelladors, necessiten manteniment de tant en tant.
- Si s'ha produït guerxament en els talls de les pastilles, la maquinària que circula estarà donant salts cada vegada que passi per aquest punt, amb la possibilitat real de trencament de l'paviment al no estar recolzat sobre la subbase (en mènsula). A més, la reducció de la velocitat de les carretons elevadors o similars en aquestes zones fa que es perdi capacitat operativa.
- La zona de vores està afeblida: la capacitat de transmissió de càrrega és menor a l'haver-se reduït el gruix de l'paviment en la quantia de la profunditat de tall.

Com hem dit, recórrer a la fibra estructural per no donar talls de retracció no soluciona totalment l'estabilitat dimensional d'el paviment del que és visible a la planimetria de la zona de vores. És per això pel que l'ocupació de **MAPECRETE SYSTEM** resol de forma eficaç aquesta problemàtica, ajudant també a controlar l'obertura de les juntes de construcció.

Un paviment de formigó sense talls de retracció, polit amb una bona capa de trànsit i curat adequadament és més bonic i resistent a l'abrasió a mesura que s'utilitza i presenta un manteniment gairebé nul.

2. TIPUS DE PAVIMENTS

Cada dia és més habitual incloure un acabat o terminació en un paviment de formigó ja que aporten diverses qualitats que permeten cobrir alguns dels requeriments que la pròpia solera de formigó no pot satisfer per si sola. Les demandes que sovint es plantegen a l'hora de protegir un paviment de formigó poden ser de caràcter prestacional (ex. Aportant impermeabilitat, resistències químiques, resistències a el desgast, etc.) o merament estètiques (lligades més a terminacions amb productes i sistemes de base cimentosa).

Des de fa ja més de 15 anys, els Laboratoris d'Investigació i Desenvolupament de Mapei han anat desenvolupat una sèrie de sistemes de revestiments i acabats per a paviments, a base de resines epoxi, poliuretà, poliuretà-ciment, epoxi-ciment i ciment

que cobreixen satisfactòria i eficaçment les expectatives sobre l'acabat final i la seva idoneïtat per a l'ús previst.

Qualsevol Prescriptor (un arquitecte, enginyer, dissenyador, etc.) pot triar l'acabat més eficient tenint en compte tots els aspectes tècnics necessaris (ex. Resistència a l'abrasió, a l'impacte, a la fissuració, a agents químics, xoc tèrmic, etc .) mentre que, simultàniament, poden millorar-se altres qüestions com l'anivellament de l'paviment, correcció de pendents i fins i tot tenir cura detalls de tipus estètic i / o decoratiu, assegurant, en qualsevol cas, la facilitat de neteja i manteniment de l'paviment industrial o decoratiu.

Els requisits d'alguns sectors industrials han elevat el llistó en el desenvolupament de revestiments cada vegada més eficients i tecnificats. Vegem alguns exemples:

- Indústria agroalimentària: càrnies, conserves, làctics, tractament de fruites i verdures, almàsseres, begudes en general, etc.
- Farmacéuticas: laboratoris, sales netas, etc.
- Indústria química: productes inflamables, cubetes de contenció, etc.
- Indústria de l'òptica, de components electrònics, etc.

Totes elles desenvolupen activitats altament exigents i que a més de complir en moltes de les seves aplicacions amb els requeriments de normatives específiques en matèria d'ús alimentari (ex. Emissions de compostos orgànics volàtils (COVs), certificats per a Sales Netes, classificació davant el foc, etc .)

L'aplicació de les directives comunitàries que regulen i controlen la Seguretat Ambiental, d'acord amb les directives en matèria de l'HACCP (Reglament CE Núm 852/2004 de el Parlament Europeu) i de Seguretat en el Treball (Decret Legislatiu 81/2008), preveu la introducció de normes d'higiene cada vegada més estrictes i el compliment d'elevats estàndards prestacionals per als paviments executats dins el sector alimentari.

1. Capes de rodadura: acabats minerals

Les capes de rodament minerals suposen l'opció amb més ús en els acabats de paviments industrials, especialment en àrees de desgast per rodament de vehicles i mitjans de transport de mercaderies diversos.

La gran diferència d'aquest tipus d'acabats enfront d'altres opcions és que aquestes s'apliquen mitjançant tècniques de espolsada (per part d'empreses especialitzades) al costat de l'formigó en el moment de l'execució de la solera, quedant llavors plenament integrada en l'estructura de la solera.

Des MAPEI proposem per a aquest ús la gamma **MAPETOP**, sempre d'acord amb la normativa europea UNE-EN 13813 de "Morter per recrescuts i acabats de sòls. Propietats i requisits":

- **Mapetop N:** acabat mineral a base de ciment Tipus CEM I, additius específics, pigments i granulometria de quars pur (proporció de SiO₂ > 95%). Classificació: CT C70 F7 AR6 A1f .

- **Mapetop S:** inclou enfront de l'Mapetop N la inclusió total o parcial de càrregues extraduras a força de corindó pur (proporció de $Al_2O_3 > 95\%$). Classificació: CT C70 F7 AR3 A1f.
- **Mapetop M:** en aquest cas, la càrrega que s'inclou en la barreja és metàl·lica no oxidant. Classificació: CT C70 F7 AR3 A1f.



*Ejecución de un pavimento con capa de rodadura **MAPETOP N AR6** (color rojo)*

L'ocupació dels nostres acabats minerals està sempre recomanat a través d'empreses aplicadores altament especialitzades amb les que col·laborem estretament en l'estudi i disseny de l'formigó i els seus acabats. Aquesta unió d'experiències i tecnologies permeten oferir un servei altament personalitzat que satisfà les demandes de el client final a el màxim nivell.

2. En l'àmbit dels paviments de resina i de base cimentosa

Mapei ha desenvolupat una àmplia gamma de sistemes tecnològicament avançats que ofereixen, per a cada ús específic (públic, privat, industrial i / o civil), uns elevats estàndards de qualitat que garanteixen a l'usuari final unes excel·lents característiques en termes de funcionalitat, durabilitat i estètica.

Els laboratoris de I + D de Mapei s'han desenvolupat a 2 famílies de productes: **MAPEFLOOR SYSTEM**, línia completa de sistemes epoxídics i poliuretànics, i **Ultratop SYSTEM**, sistema de ciment autoanivellant d'enduriment ràpid que, gràcies a la seva versatilitat, està indicat tant per a paviments industrials com per a paviments civils en interior dels ambients més diversos (ex. oficines, aparcaments, centres comercials, etc.)

Els acabats no integrats en el formigó poden classificar-se segons el seu gruix de pel·lícula seca o DFT (de l'anglès, "Dry Final Thickness"). A l'augmentar el DFT, augmenten les prestacions i la durabilitat de l'acabat:

- Impregnacions: no generen pel·lícula seca o molt limitada. Solen ser hidròfugs i fins i tot oli repel·lents. També hi ha la possibilitat d'emprar productes organofuncionals, com sals de liti, magnesi, etc., que reaccionen químicament amb el substrat pot renovar superfícies de formigó polit.
- Filmògens: creen superficialment una pel·lícula seca de fins a 1 mm de gruix. No permeten correccions de planeïtat en la superfície i el seu concepte és de protecció.
- Revestiments multicapa i autonivellants: creen un gruix final de pel·lícula seca d'entre 1 a 5 mm.
- Recrescuts: generen una capa adherida a el suport a partir de 5 mm fins a arribar fins i tot als 40 - 50 mm.

De forma genèrica, els tractaments superficials d'acabat a base de resines (ex. Epoxi, epoxi en base aigua, epoxi-ciment, epoxi-acrilats, poliuretans, poliuretà-ciment, MMA, etc.) milloren les prestacions i la vida útil de els paviments, fent-los molt més resistents i eficients per al seu ús diari, i poden aportar, segons les seves bases químiques, prestacions i gruixos:

- Impermeabilitat: evitant que el subsòl pugui contaminar-se per abocaments, neteges freqüents, etc. a el mateix temps que es protegeix i allarga la vida útil de la solera de formigó. A més, hi ha també la possibilitat, en cas necessari, de revestiments amb elevada capacitat de deformació i cobriment de fissures com és el cas dels revestiments a base de poliuretà que presenten elevats nivells de flexibilitat, adaptant-se a deformacions de l'estructura, fletxes en els forjats, vibracions, fissures, etc.
- Resistència a l'desgast: aquesta característica és molt important en àrees de trànsit rodat molt intens i fins i tot amb possibilitat de superfícies mullades que precisin acabats antilliscants acords a el tipus d'ús i / o exigències de seguretat.
- Resistència a l'impacte: per exemple, per caiguda d'objectes emmagatzemats en prestatgeries, ganxos en la indústria alimentària, tallers de mecanitzats, recanvis, etc.
- Resistència a l'atac químic: esquixades, vessaments d'àcids i bases (fins i tot concentrats) i, en ocasions, altes temperatures. Per a aquest tipus de requeriments d'alta exigència, podem destacar els paviments a base de poliuretà-ciment (gamma **MAPEFLOOR CPU**) que resisteixen temperatures des de -40°C fins a + 120°C.

- Seguretat i resistència enfront de l'lliscament: d'especial demanda en sectors de la indústria definides com a àrees humides o on poden donar-se abocaments de substàncies o contacte amb greixos, sang, etc. Requeriments segons el Codi Tècnic de l'Edificació i la Norma UNE EN 13036-4 sobre el mesurament de la resistència a l'lliscament / derrapatge per l'assaig de l'pèndol.
- Superfícies higièniques: de fàcil neteja i no propagadores de bacteris, fongs, etc. Superfícies conductives i / o dissipatives: en àrees amb risc d'explosió, equips i / o maquinària susceptible de patir alteracions per sobrecàrregues elèctriques, etc.
- Acabats decoratius: àmplies possibilitats tant en matèria de revestiments a base de resines com ciment, fins i tot sistemes confortables en espais públics (**MAPEFLOOR COMFORT SYSTEM**) o cimentosos autonivellants o espatulats (**ULTRATOP SYSTEMS**).

*Exemple de possibles textures d'acabat per combinació d'una resina epoxi 100% sòlids (**MAPEFLOOR I 300 SL**) amb càrregues minerals seleccionades de diferent granulometria.*



Detall de la fàcil neteja d'aquest tipus de revestiments en la indústria càrnia.

També hi ha l'opció d'actuar sobre paviments antics, fins i tot fortament degradats, aportant millores importants sobre el disseny original i assegurant una llarga vida útil a l'paviment rehabilitat. En aquest sentit, cal destacar la importància de disposar d'el màxim nivell d'informació sobre l'estat i ús previst de l'paviment. D'aquesta manera, la proposta tècnica final estarà més a prop de l'paviment perfecte.

4. CONCLUSIONS

Per tot el que s'ha vist anteriorment, és possible realitzar paviments cimentosos, de resina i mixtos de molt alta qualitat, que compleixin les expectatives tant des del punt de vista funcional com estètic, assegurant d'aquesta manera la seva durabilitat al llarg de el temps.

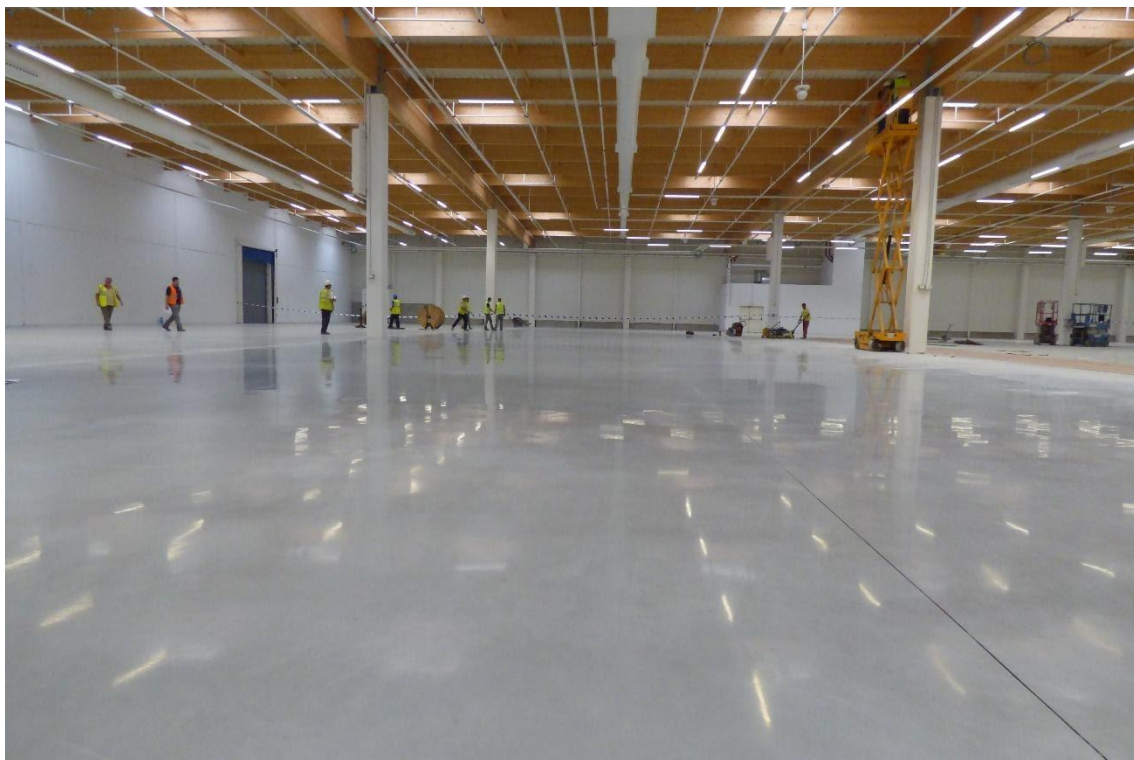
En Mapei tenim els productes, els sistemes i el coneixement per ajudar a que així sigui. **SOLUCIONS 360º** que, amb la nostra experiència, contribueixen a la creació d'un paviment singular en cada moment ja que cada solera és única i irrepetible. Cada projecte és exclusiu. Les possibilitats d'acabats són gairebé infinites i el fruit d'un treball ben fet ens fa sentir una emoció indescriptible al contemplar i sentir en les nostres petjades el resultat final.



Detall d'acabat d'un revestiment de resina en la indústria paperera.

El nostre principal objectiu és que el resultat final tingui la satisfacció de totes les parts implicades: nosaltres com a proveïdors, projectistes, enginyers, tècnics, constructors, aplicadors, client final i, per descomptat, els usuaris de l'paviment: treballadors de la indústria, d'un laboratori, operaris de carretons elevadors en un centre logístic, clients d'un centre Comercial, estudiants d'una universitat, transportistes, personal de neteja, etc.

En conclusió: la nostra responsabilitat és posar els nostres productes i coneixements en fer bé el que sabem per intentar millorar, en la mesura possible, la vida dels altres i contribuir a al Desenvolupament Sostenible, dissenyant soleres eficients, duradores i que requereixin dels mínims recursos per el seu manteniment futur.



Paviment de formigó executat amb la filosofia "Solucions 360º" y MAPECRETE SYSTEM de MAPEI.

Acerca de Mapei L'empresa fundada a Milà el 1937 i que opera a Espanya des de 1991 i posseeix actualment les certificacions ISO 9001, ISO 14001 i ISO 45001, és el major productor mundial d'adhesius, segelladors i productes químics per a la construcció. Compta amb més de 10.500 empleats (El 12% treballa en els seus 31 centres de R + D), 83 fàbriques en 36 països i 90 filials a 57 països. Serveix més de 25.000 tones diàries de les seves 5.000 productes a més de 67.000 clients i factura per això més de 2.800 milions d'euros anuals. Mapei ajuda als prescriptors en la realització de tot tipus de projectes innovadors i sostenibles mitjançant certificats LEED, BREEAM, DGNB, VERD, etc. i ofereix assessorament tècnic i informació a través del seu web: <https://www.mapei.com/es>