



Global Cement and Concrete
Association

GCCA 气候愿景宣言

Towards carbon neutral concrete

CARBONEUTRAL

GCCA成员承诺继续降低其运营和生产的二氧化碳足迹，并期待到2050年向社会提供碳中和混凝土。GCCA致力于构建建筑环境价值链，在循环经济、全产业周期的背景下实现这一宏愿。



1.

混凝土在现代世界中的重要作用



未来数十年，人口增长和城市化进程加速将推动全球对关键基础设施的需求不断增长。其中包括对清洁水和卫生设施等重要设施的需求。安全住所等建造面积预计将大大增加。同时，人们对弹性建筑的需求不断增加，以保护城市和自然环境免受气候变化的影响。

混凝土对于应对这些挑战和实现可持续发展至关重要。

混凝土是世界上领先的可持续建筑材料，以耐久性出众而著称。凭借固有安全特性，它具备防火、耐候和防洪的能力。能够为建筑物提供热质量，为道路建设注入刚性，两者均可减少对能源的需求。混凝土拥有重要的特性，可以为其它领域（如可再生能源产业）提供关键基础设施，从而实现其气候目标。此外，它用途广泛，可实现各种混合方式和造型，便于设计师和建筑商有效地利用其属性。可以重复使用，报废后也可完全回收。

水泥将混凝土的所有成分进行黏合，其中很多成分本身就是低碳的。在运用中，混凝土的设计和使用可以将其在整个生命期内的碳排放影响降到最低。

当今，混凝土在打造安全、可持续的建筑环境方面发挥着重要作用。为确保继续满足社会需求，并应对气候紧急状况，全球水泥和混凝土产业正致力于建造一条通向碳中和混凝土的道路。



CARBON
NEUTRAL

2.

如何实现碳中和混凝土?



众所周知,水泥生产是一种二氧化碳密集型工艺流程。使用石灰岩作为原材料在高温条件下生产硅酸盐水泥熟料会排放大量的二氧化碳。该过程的二氧化碳排放量占总排放量的60%。其余40%的二氧化碳排放来自直接和间接的能源排放,即产生必要热量所需的燃料(直接排放)和发电的各种排放(间接排放)。

19.2% ↓
reduction in CO₂ emissions per tonne
of cementitious material since 1990

我们坚信愿景能够实现,因为我们的产业在降低排放方面已经取得了重要的进展。自1990年以来,每吨胶凝材料的二氧化碳排放量减少了19.2%,用于替代传统化石燃料的替代性燃料使用量增加了9倍多。

随着时间的推移,通过使用其他能源替代燃料,或将进一步降低水泥生产中的能源排放。

降低工艺流程的排放需要进行重大的技术创新,包括首先在生产过程中减少排放,以及运用碳捕集技术。我们已经在这两方面采取了行动,但仍需锲而不舍的努力,并且本产业进行了大量投入用于研究和创新,以减少这些排放。

混凝土还可在其整个生命周期中起到碳汇(carbon sink)的作用,可吸收并储存原材料生产过程中排放的二氧化碳。证据1表明,按照混凝土的全部存货清单,水泥生产过程中排放的二氧化碳中有25%在混凝土的寿命期内被重新吸收。这一过程可以通过深入应用最佳措施来进行强化,具体应用已经达到100%。

此外,混凝土是其他领域和企业减少气候影响的手段。这方面的一个重要案例是其助力全球向清洁能源的过渡(通过提高建筑的能源效率),成为能源基础设施、混凝土储能和更坚固(节能)道路的建筑材料。面对风暴、洪水和极端天气为全球带来的日趋严峻的挑战,混凝土还能为建筑物、社区和海岸线提供至关重要的恢复力和防护能力。

混凝土是现代弹性社会和经济发展的重要组成部分。混凝土建筑和基础设施可以带来变革,通过建设安全的学校、医院和住宅,消除地面的污垢,提供清洁的水和有效的卫生设施,帮助社区摆脱贫困。这些都是可持续发展的关键要素。

全球水泥混凝土行业相信,在未来几十年,我们可以为社会提供碳中和混凝土。我们已经在努力实现这一目标,并且已经认识到需要加快步伐。未来几年,实现混凝土碳中和的方式包括以下几种:

- 消除与能源相关的直接排放,并最大限度地协同处置来自其他行业的废弃物,以替代水泥生产中使用的化石燃料
- 在可行的情况下,利用可再生能源减少和消除间接能源排放
- 运用新技术并大规模部署碳捕集来减少工艺流程的排放
- 减少水泥中的熟料和混凝土中水泥的含量,提高建筑物和基础设施中混凝土的使用效率
- 从建筑和拆除废弃物中重新处理混凝土,制造用于混凝土生产的再生骨料;并且
- 在循环经济、全产业周期的背景下,通过再碳化和增强再碳化来量化并提升混凝土的二氧化碳吸收能力。

最终,在水泥生产过程中全面部署能够完全消除其工艺流程排放的碳捕集技术,未来或可为世界提供负碳排放混凝土。

[1] IVL报告编号:B 2309,《含水泥产品的二氧化碳吸收量,IPCC实施的背景和计算模型(CO₂ uptake in cement containing products, Background and calculation models for IPCC implementation)》,2018年10月

3.

携手合作

水泥和混凝土产业长久以来一直致力于改善其环境足迹。

全球水泥与混凝土协会提供平台，加速行业的调整和行动，迎接实现碳中和混凝土的机遇。应对阻碍前进的挑战是我们面临的关键任务。

混凝土对我们今天生活的世界至关重要，也将在未来的可持续发展世界中发挥关键性作用。因此，GCCA及其成员企业深知责任重大，必须在已有成绩之上继续深化并加速发展。尽管我们已经制定出在2050年之前向社会提供碳中和混凝土的愿景和理想，但我们认识到自己并非无所不知，也不可踽踽独行。这项工作意义重大，需要制定正确的政策和措施。在整个建筑价值链中，需要大量的工作和投入，以促进新产品、新工艺和新技术的创新。

为实现雄心壮志，我们必须与一系列利益攸关方合作，支持我们的想法，迎战最高标准，为行业制定可实现的路线图，以满足全球的期望，并推动适当应对措施，采取气候行动。

我们呼吁政策制定者、政府、投资者、研究者、创新人士、客户、终端用户和金融机构与我们一同踏上这一关键之旅，共同保障以适当的资源、工具和政策，实现我们对碳中和混凝土的雄心壮志。



CARBONEUTRAL

4.

GCCA 2050 低碳混凝土 建造环境路线图



我们已经认识到有责任付诸行动，这是重中之重。为将愿望变成承诺，我们将制定2050年路线图来实现碳中和混凝土，努力推动这一愿景的实现。

由于认识到整个建筑价值链转型的必要性，我们已开始制定详细的路线图。它将为产业和价值链合作伙伴开启长期愿景，并包括明确的计划，将实现这一愿景所需的技术、策略、政策和措施相结合。它还将列出我们现在和将来必要采取的行动，包括可衡量的里程碑，以达到预期目标。

我们的路线图在现有水泥行业的综合技术路线图基础上，将为混凝土产业指明清晰道路。路线图需要循环经济方法，考虑的因素包括：水泥和混凝土生产的减排、混凝土在其寿命期间的节约，通过提高设计、材料和施工效率以及提高标准来减少需求，整体混凝土结构的再利用，拆除设计方案和构件的再利用，以及在使用寿命期结束时节省的二氧化碳排放（包括混凝土回收和增强再碳化）。

我们将在2021年年底前制定并实施这项权威性的路线图，并公布详细的实施策略。它将成为该产业基本参考文件，供第三方、企业、合作伙伴、分支机构和GCCA使用，为我们在2050年之前向社会提供碳中和混凝土指明方向，以应对全球气候挑战。

Fig A
GCCA drives industry sustainability



混凝土是塑造现代世界的重要材料。

我们肩负子孙后代们的重任。伴随气候的变化，对于建设未来可持续发展的世界，满足可持续发展社区与繁荣的需求，包括关键基础设施、住宅、清洁用水和打造弹性社区，以及支持低碳能源运输方面，混凝土的作用将愈加重要。

我们将不遗余力，与合作伙伴共同实现我们的雄心壮志。

附件一

我们产业的承诺和行动

自2001年缔结《水泥可持续发展倡议 (Cement Sustainability Initiative)》并采用先进的产业二氧化碳监测和报告协议 (在各工业领域中均为世界首创) 以来, 水泥和混凝土产业已经在碳减排方面有了20年的行动。2018年GCCA成立后接手此项工作并通过《可持续发展宪章》, 核心内容包括要求成员对气候行动进行监测和报告。

GCCA的成立宗旨是不断推动产业的可持续发展, 激励创新, 尤其是二氧化碳方面的创新, 并确保混凝土满足社会对可持续建筑环境方面的需求。

在成员企业和分支机构的领导下, GCCA不断采取行动以期在2050年前实现碳中性混凝土的愿景, 并走在了世界水泥和混凝土产业的最前沿。

GCCA拥有一系列的承诺和行动, 正推动产业走向更可持续的未来 - 详细信息请参阅我们的[网站](#)。概括起来包括:

- 产业内二氧化碳排放检测与报告
- 提供全面的数据集, 允许参与企业进行绩效基准比较和改进, 并与利益攸关方沟通交流
- 提供良好措施和报告指引, 协助成员提升效能
- 推进产业内的知识共享
- 通过我们新近启动的Innovandi - 全球水泥和混凝土研究网络促进创新, 并探索支持该领域开放式创新的可行方法

GCCA可持续发展宪章

GCCA的核心目标是通过鼓励和促进其成员的可持续发展进程, 提高全球水泥和混凝土领域的可持续性效能, 以改善其自身以及更广泛的水泥和混凝土领域的效能。GCCA制定了《可持续发展章程》, 以帮助其成员为这项重大事业添砖加瓦。

排放测量

T目前水泥行业最重要的数据收集工具是GNR (GCCA in NumbeRs) 数据库。所有数据均依据全球水泥二氧化碳和能源协议收集^[1]。GNR现由GCCA管理, 最初由水泥可持续发展倡议 (Cement Sustainability Initiative) 建立, 用于收集水泥生产方面的国家、地区和全球能源和二氧化碳数据。GNR的参考年份是1990年。

最佳做法和报告准则

GCCA制定出几项重要的准则, 提供简单、可靠和有代表性的关键业绩指标, 正式成员企业必须根据这些指标监测和报告其可持续性效能。目前为止发布的准则涉及:

- 监测与报告二氧化碳排放
- 监测和报告其他排放
- 燃料和材料的协同处置
- 生物多样性和采石场复原
- 健康和安全; 以及
- 水质管理。

具体而言, 二氧化碳监测和报告准则旨在协助成员和产业减少二氧化碳排放, 改善碳足迹。该准则同样涉及能源消耗。

知识共享

除六项准则和相关的关键绩效指标外, GCCA还制定良好措施准则, 并以多种方式促进成员之间的知识共享, 协助成员在可持续发展目标方面齐头并进。这些都可以在成员企业之间进行共享。

Innovandi - 全球水泥和混凝土研究网络

业界认识到, 降低排放以实现气候目标的唯一途径是在实践、产品和技术上不断创新。为推动产业的深度创新, GCCA成立了Innovandi——全球水泥和混凝土研究网络。Innovandi将成为世界级水泥混凝土行业产学研网络。Innovandi通过支持降低水泥和混凝土二氧化碳排放量的竞争前研究, 支持水泥行业的创新。

Innovandi已拥有30家来自整个价值链的公司和40家世界各地的顶尖学术机构, 共同致力于研究工作。

加快水泥和混凝土创新的全球合作是气候行动的重要一步。Innovandi将水泥和混凝土产业紧密结合, 并建立科研机构开展可行性研究。

在技术方面, 研究工作将集中于以下领域:

- 协同处置的影响 - 通过提高其他行业和社区废弃物的协同处置效率, 强化水泥生产中的循环经济理念
- 熟料生产效率, 包括替代性煅烧技术 (等离子、电气化、太阳能煅烧炉)
- 支持CCUS等技术的实施, 即建筑价值链中的碳捕集与利用

在产品和材料方面, 研究工作将集中于以下领域:

- 水泥熟料替代品和替代粘结料的影响 - 降低混凝土中水泥的熟料含量, 有利于减少水泥生产过程中二氧化碳浓度最高部分所造成的影响
- 低碳混凝土技术 (例如混合设计和混凝土回收利用)
- 提高对通过再碳化减少大气中二氧化碳的认识

未来几年, 我们将继续拓展Innovandi网络, 并通过业内领先的创新会议助力知识共享的增长。

^[1]

<https://www.cement-co2-protocol.org/en/index.htm>

附件二 GCCA针对水泥和混凝土行动的政策框架

可激励创新、投资和经济增长的一贯性、可预测性的政策和监管环境，对于减少温室气体排放，同时保持可持续进展、最大限度降低社会成本至关重要。这包括以下措施：

- A** 推动对新建和改造工厂中最新技术的投入。
- B** 促进更多地利用废弃物和副产品作为替代燃料和原材料；使政府和业界通力合作，实施循环经济战略，杜绝浪费，促进收集、分类、预处理、回收、再循环和协同处置。
- C** 支持突破性技术的研发，并加速推广行之有效的低碳技术，特别是CCUS以及全新替代性粘结料。政策应通过投资机制帮助降低风险。
- D** 促进政府与产业合作，发展二氧化碳运输和储存基础设施。
- E** 刺激建筑承包商和客户对创新产品的市场需求，从而推动对可持续建筑材料的需求。
- F** 支持基于生命周期评估的方法、工具和数据库，实现全生命周期采购方式。在公共和私人招标中，首选使用生命周期分析的适当可持续性评估方法。
- G** 从国家层面认识建筑环境中现有混凝土对二氧化碳的吸收。
- H** 建筑物的能源效能计算方法应充分考虑热质量。
- I** 电力系统应促进需求响应，即电网与家庭之间的互动，使消费者享有成本的节约。
- J** 对建筑规范和法规进行修订，以便在不危及安全性和耐用性的前提下运用创新，并认识到建筑环境对恢复力的需求不断见涨。
- K** 建立方法，以认识到建筑环境的恢复力可为社会带来有力的社会和经济效益。
- L** 建立方法，以认识到混凝土可为经济的其他领域带来有利的排放效益。
- M** 使用再生混凝土进行再碳化。

[1] 该数字取自2014年。来源：《水泥行业的低碳转型技术路线图》，国际能源署，2018年。

[2] <https://cembureau.eu/media/lpwf5d0f/x12950-ecofys-co-processing-waste-cement-kilns-case-studies-2017-05.pdf>

附件三 应对挑战的技术概述



A 低二氧化碳熟料生产

未来的熟料生产将实现最低化的二氧化碳排放。高可替代/生物质燃料率（甚至为电气化窑炉使用的绿色能源）将取代仍在使用的化石燃料。石灰石煅烧产生的二氧化碳将被捕集到碳酸盐新浇混凝土或再生混凝土中（剩余的捕集二氧化碳可以通过储存来解决）。

用替代燃料替代传统化石燃料是水泥生产减少直接能源二氧化碳排放的重要手段。这种做法被称为协同处置，是指在水泥生产中利用适当的废弃物、副产品或辅助原料提供能源或作为原材料。

水泥窑由于高温燃烧的特点，为协同处置提供了理想的条件，为社会和产业带来诸多益处：

- 替代燃料可以带来间接二氧化碳减排，而包含生物质部分的燃料（通常被认定为二氧化碳中性）有助于直接减少二氧化碳排放。
- 降低对常规化石燃料（一般为进口）的依赖；
- 提供废弃物管理解决方案，减少对填埋或焚烧的依赖；
- 促进循环经济。

在全球范围内，水泥生产中替代燃料对传统燃料的替代率为5.6%^[1] 但这一比率在个别国家则极高（如德国为65%^[2]）。

根据Ecofys的一项研究^[2]；一般而言，在水泥生产中实现常规燃料100%替代率并不存在技术障碍；相反，其主要受制于当地条件：

- 废弃物政策：是否禁止填埋/是否费用高昂；
 - 允许使用/装运替代燃料；
 - 优质替代燃料的可获得性；
 - 废弃物处理基础设施。
- （另请参阅附件二中的政策框架。）



B 水泥使用更少的熟料，混凝土使用更少水泥

未来熟料的反应性更高，从而可减少水泥中的熟料含量。水泥生产将采用现有最优技术（如分离研磨），以生产混合水泥。其生产工艺更为复杂，成份的粒度分布经过优化，精心设计的混合工艺带来独特的特性。

添加煅烧粘土、碳化再生混凝土粉末和精选石灰石填料等SCM（辅助胶凝材料），以可持续的方式减少二氧化碳碳足迹。如今，常见的添加剂包括矿渣、粉煤灰、天然和人工火山灰、硅粉、石灰石填料、煅烧粘土、稻壳灰等。

未来的混凝土成分将包括新的替代粘结料概念。

通过数据分析和人工智能对制造业进行数字化控制，从而在实际应用中实现更高的产品一致性和质量。

由于混凝土混合设计中的浆料（水泥 + 细骨料）得到优化，水的用量将减少。

同时，水泥中掺入掺和剂以优化性能：更易于研磨（研磨掺和剂），更好的出仓流动性可实现无缝输送和光滑洁净的袋装填充，混凝土或砂浆在运用中的性能一致性（避免过量使用）。价值差异化将确保在整个价值链上实现更多价值，同时减少对环境的影响，不再仅受限于强度性能。



C 矿物碳化

众所周知，混凝土会造成大量的二氧化碳排放，主要原因是水泥的生产是碳排放密集型的过程。而鲜为人知的是混凝土的全生命周期都会吸收二氧化碳，这种特性称为水泥再碳化、混凝土碳化，也可以简单地称之为碳吸收。

再碳化是当混凝土与空气中的二氧化碳反应时的自然过程。熟料生产过程中产生的二氧化碳，高达100%的比率可在寿命期内被混凝土或砂浆重新吸收。（生产过程中的二氧化碳排放量约占混凝土所排放二氧化碳的60%。）实际碳吸收量将取决于一系列参数，包括耐久等级、曝光条件、混凝土构件的厚度、回收方案和二次利用情况。实际估计，全球所有混凝土提供的碳汇是水泥生产过程二氧化碳排放量的25%。

碳吸收过程的速度也不尽相同，非钢筋制品或轻薄/多孔用途（抹灰、砂浆、混凝土砌块和矿物泡沫）中发生的速度相对较快，但在钢筋混凝土和较厚构件中则较慢。暴露在空气中的非钢筋多孔应用（例如砖石建筑）可在几年内完全再碳化，据估计，此类应用约占全球混凝土总碳汇的三分之二。

钢筋混凝土结构被拆除时会发生另一种重要的碳吸收现象，因为表面积增加并暴露在空气中会加速这一过程。在重新利用之前将碎混凝土暴露在空气中会使碳吸收量更大。

最后，目前已出现多种基于碳化的粘结料，它们不仅二氧化碳排放量更低（较低温度下燃烧），硬化过程却会消耗大量二氧化碳。然而，此类应用目前仅限于利基市场。



D 再利用和回收

最终，当混凝土结构和混凝土制品无法再度利用时，应在其使用寿命终止时进行循环利用。应通过加强监管来促进混凝土的回收利用，辅以精心拆除、先进的循环利用和技术发展，经济实用地充分利用混凝土的二氧化碳结合潜力。这将促使水泥生产和混凝土生产采用“从摇篮到摇篮”的方法，避免送至垃圾填埋场，从而最大限度地吸收生产过程中排放的二氧化碳。



E 二氧化碳捕集

碳捕集、利用和储存（Carbon capture, utilisation and storage, CCUS）是指收集来自工业生产的二氧化碳排放并进行再利用或储存，而避免使其进入大气层。

二氧化碳捕集如今依旧成本高昂。但是，技术在不断进步，目前正在水泥生产中部署的大量示范设施表明，未来几年其成本或可大幅降低。由于距离储存罐的距离可能过远，并非所有工厂都适用二氧化碳捕集。而这种情况下可考虑运用矿物碳化等方法来利用二氧化碳。

到目前为止，已问世了以下二氧化碳捕集技术：钙循环法、氧化燃料法、化学吸收法（例如胺）、直接分离法、矿物吸附法和二氧化碳利用技术（例如增强混凝土再碳化、矿化）。

因此而言，未来的粘结料将可重新吸收其生产、使用、回收和循环阶段所排放的二氧化碳。换言之，未来的粘结料将可实现二氧化碳循环的闭环。

附件四 混凝土 对其他领域减排的贡献

混凝土在建筑物和结构中的优势包括多功能性、强度和耐久性，以及防火安全性和恢复力。混凝土作为建筑材料也具有独特的特性，能够在使用过程中减少二氧化碳排放。

2050年之前，我们的能源系统应完全脱碳。可再生能源基础设施离不开混凝土。从水力发电到海上风力发电，可再生能源所减少的二氧化碳是建立在混凝土的强度和耐久性基础上的。

混凝土使零能耗建筑具备了可能性。凭借其密度和热容，混凝土具有吸收并释放热能的属性。这种名为热质量的特性使混凝土建筑更加节能：夏季多余的热量在白天被混凝土吸收，并通过夜间的通风散发，从而减少对空调的依赖。由于混凝土具有吸收热能的属性，在冬季可以更好地利用太阳能，减少供热需求。可以使用热能建筑构建来增强热质量效应，即通过嵌入混凝土构件中的管道将冷热能量输送到建筑物中。采暖和制冷的节能率为5-20%之间，如果使用热能构件，则可提升两倍^[1]。

热质量还将使混凝土建筑在脱碳能源系统中发挥重要的新作用。由于可再生能源具有波动性，通过存储方案进行能源管理的需求不断增加，以便使峰值需求与峰值发电相匹配。研究表明，混凝土建筑中的热质量可以结合“需求-响应”策略，通过建筑结构的智能预热或预冷来均衡电网的负荷。这样可以更有效地利用可再生能源，减少对化石能源的需求，从而减少高达25%的每户住宅二氧化碳排放量，同时每年为每个家庭减少高达300欧元的能源开支^[2]。

在减少运输过程的二氧化碳排放量方面，混凝土也可发挥作用。混凝土路面具有良好的刚性，能对所有车辆的减排起到一定作用。未来的智能低碳城市，包括智能城市规划、密集化、地上和地下空间的优化利用以及公共交通网络，都将以混凝土为核心。

(另请参阅附件二中的政策框架。)

[1] http://www.theconcreteinitiative.eu/images/Newsroom/Factsheets/7201_CEMBUREAU_ThermalMass2015-08-31.pdf

[2] 《重型建筑中的结构热能储存 - 为电网提供灵活性的分析和建议(Structural thermal energy storage in heavy weight buildings - Analysis and recommendations to provide flexibility to the electricity grid)》，第3期/CEMBUREAU 2016年。

Our member companies and affiliates operate in almost every country of the world

Member Companies

Asia Cement Corporation
Breedon
Buzzi Unicem S.p.A.
Cementir Holding
Cementos Argos
Cementos Molins
Cementos Pacasmayo
Cementos Progreso S.A.
CEMEX
Ciments De L'Atlas (CIMAT)
CIMPOR
Çimsa Çimento
CNBM
Corporacion Moctezuma S.A.B. DE C.V.
CRH
Dalmia Cement
Dangote
Eurocement
Grupo Cementos de Chihuahua SAB de CV (GCC)
HeidelbergCement
JSW Cement
LafargeHolcim
Medcem Madencilik
Nesher Israel Cement Enterprises Ltd

Orient Cement Ltd
SCG Cement
Schwenk Zement KG
Secil S.A.
Shree Cement Ltd
Siam City Cement Ltd
Taiheiyo Cement
Taiwan Cement Corporation
Titan Cement
UltraTech Cement Ltd
Unión Andina de Cementos S.A.A (UNACEM)
Vassiliko Cement Works Public Company Ltd
Vicat
Votorantim Cementos
West China Cement
YTL Cement

Affiliates

Cámara Nacional del Cemento – Mexico
CEMBUREAU – the European Cement Association
Cement Association of Canada
Cement Concrete & Aggregates – Australia
Cement Industry Federation – Australia
Cement Manufacturers Association of India
CMI – Ireland
European Concrete Platform
European Ready Mixed Concrete Organisation (ERMCO)
Federación Iboamericana del Hormigon
Premezclado (FIHP) – Latin America and the Iberian Peninsula
Federación Interamericana del Cemento (FICEM) – Latin-American Region
Japan Cement Association
Korea Cement Association
Mineral Products Association – United Kingdom
National Ready Mixed Concrete Association – USA
Portland Cement Association – USA
SNIC/ABCP – Brazil
Spanish Cement Association (Oficemen)
Union of Cement Producers – Soyuzcement – Russia
VDZ – Germany

Global Cement and Concrete Association
Paddington Central
6th Floor, 2 Kingdom Street
London, W2 6JP
United Kingdom
T/+44 20 3580 4286
E/info@gccassociation.org
gccassociation.org



Image credits:

pFC
Salento, Colombia
by Dan Gold

p02
Kolnbrein Dam, Austria
by Jacek Dylag

p04
Dongdaemun Design Plaza, South Korea
by Coen Van Hasselt

Design: blast.co.uk