



OHL

Revista del Grupo OHL
The OHL Group Magazine

tecno

Nº 83, Junio/June 2012

Metrorail Orange Line

Metrorail Orange Line, primer contrato de una empresa española en el sector ferroviario de Estados Unidos

Metrorail Orange Line, the first rail construction project awarded to a Spanish company in the U.S.

Cubípedo: Tecnología española innovadora para la protección de diques
Cubipod: Innovative Spanish technology for breakwater protection

4



Metrorail Orange Line

Metrorail Orange Line

32



Historia del Cubípodo

History of the Cubipod

44



Mayakoba, un referente en sostenibilidad

Mayakoba, a benchmark in sustainability

50



Noticias

News

tecno

Revista del Grupo OHL

Staff

Edita/Published by: Dirección General Corporativa.

Coordinación/Coordination: Servicio de Comunicación: Mar Santos (msantos@ohl.es).

Colaboración/Collaboration: José María Sánchez-Moreno. (jose.sanchez@ohl.es).

Redacción de este número/Edited by: Felipe Fernández, Julio Alberto Alía, Raquel Colomer, Sudie Bredemeyer (OHL USA), Moisés Santos (SATO), Mayakoba Residences, Rosa Alberdi (RSC) y Mar Santos (Comunicación Interna).

Diseño/Design by: Recol, Impresión/Printed by: Punto Verde Depósito legal/Legal Deposit: M-31540 - 1991.

Traducción: Ibertrad.

OHL no se identifica necesariamente con las opiniones expresadas en la revista. Queda prohibida la reproducción. Todos los derechos reservados/ Tecno. Paseo de la Castellana, 259 D. Torre Espacio.

OHL does not necessarily share the views expressed in this magazine. Reproduction prohibited. All rights reserved.

Depósito legal: M-31540-1991.

OHL es hoy un referente internacional. La firme apuesta por la internacionalización, uno de sus grandes pilares de crecimiento junto a la I+D+i, soportada en la capacidad tecnológica y la experiencia acumulada durante más de un cien años, han llevado al Grupo a resultar adjudicatario de importantes contratos y alcanzar destacados hitos.

Estados Unidos es uno de los países estratégicos para el Grupo. En este país destaca el proyecto para prolongar el metro de Miami (Metrorail) hasta el aeropuerto internacional de esta ciudad del Estado de Florida. Este contrato ha supuesto el primer proyecto de construcción que consigue una empresa española en el sector ferroviario de Estados Unidos.

El Grupo contribuye también al crecimiento y desarrollo en todos los países en los que opera a través de los avances logrados en I+D+i; avances necesarios para impulsar la productividad y competitividad de OHL y que se ven plasmados en la consecución de reconocimientos de máximo nivel mundial. Entre ellos destaca el otorgado al Cubípedo, un nuevo elemento para la construcción de diques de abrigo desarrollado por la filial SATO, que ya está teniendo su primera aplicación en el Puerto de Málaga.

Luis García-Linares
Director General Corporativo

OHL is today an international reference. The strong wager on internationalization, one of its mainstays of growth, together with R&D&I, supported by the technological capability and the experience accumulated over more than one hundred years, have led the Group to secure the award of major contracts and to reach outstanding milestones.

The United States is a strategic country for the Group. The project for extending the Miami Metrorail up to the international airport of this city in the State of Florida ranks among the most outstanding projects undertaken by the Group in the country. This contract is the first construction project to be awarded to a Spanish company in the U.S. railway sector.

The Group contributes also to growth and development in all of the countries where it operates, through the advances achieved in R&D&I: advances necessary for driving the productivity and competitiveness of OHL and evidenced in the attainment of top-level international recognitions. Outstanding among these was the award granted to the Cubipod, a new element for the construction of seawalls developed by the Group subsidiary, SATO. This new invention is already being applied, for the first time, at the Port of Malaga.

Luis García-Linares
General Corporate Manager



Metrorail Orange Line





Escaleras de acceso a la estación.
Access stairs to station.

El Grupo OHL ha realizado la mayor ampliación del Metrorail desde la apertura del sistema en 1984

The OHL group has executed the further expansion of the Metrorail since the opening of the original system in 1984

Metrorail Orange Line, primer contrato de una empresa española en el sector ferroviario de Estados Unidos

Metrorail Orange Line, the first rail construction project awarded to a Spanish company in the U.S.

La ciudad de Miami ha inaugurado el 28 de julio de 2012, con la presencia de sus autoridades, Metrorail Orange Line, uno de los proyectos más significativos y con mayor presupuesto del Sur de Florida.

Orange Line forma parte de un proyecto mucho más ambicioso que busca crear un Centro Intermodal en la ciudad de Miami (MIC). El MIC conectará con el Aeropuerto Internacional de Miami (MIA) y constituirá una herramienta clave para el desarrollo económico del Sur de Florida.

El MIC proporcionará un eje neurálgico que unificará múltiples sistemas de transporte y estará a disposición de los viajeros que visiten el área de Miami.

El MIC ya dispone de un servicio de alquiler de coches, proporcionando una gran variedad de opciones a los viajeros. Además del alquiler de coches, el MIC ofrecerá el acceso a Greyhound, la red más extensa de autobuses interurbanos de USA, metro, autobuses turísticos, autobuses urbanos, taxis, así como a los sistemas de Amtrak, empresa nacional de ferrocarriles y trenes de ámbito regional.

Una vez que este conjunto de transportes multidisciplinar se realice se reducirá aproximadamente un 30% el tráfico por carretera, que previamente circulaba en las terminales del aeropuerto.

OHL de la mano de sus filiales, Community Asphalt y Tower, ha participado a través de una Unión Temporal de Empresas en la ejecución del proyecto.

Este tren urbano elevado constituye un proyecto lleno de retos y éxitos con el propósito de mejorar la accesibilidad de la ciudad al aeropuerto de Miami, dotándola de un transporte cómodo y rápido.

The city of Miami has inaugurated the Metrorail Orange Line on July 28th 2012, with the presences of its authorities. The Metrorail Orange Line is one of the most important and largest projects, as it relates to cost, in South Florida.

Orange Line is part of an ambitious project which strides to create an intermodal center in the City of Miami. The Miami Intermodal Center (MIC) is a new project being undertaken adjacent and connecting to the Miami International Airport (MIA), South Florida's top economic generator.

The MIC will provide a central hub where multiple modes of transportation will be available to travelers visiting the Miami area.

The MIC has already opened its Rental Car Facility, providing a multitude of rental car options to the traveling public all under one roof. In addition to rental cars, the MIC will provide travelers access to Greyhound Bus System, metro and tour buses, shuttles, taxis, Amtrak Train and regional rail systems.

Once this collection of transportation options is achieved, they are jointly expected to remove an estimated 30% of the vehicular and shuttle traffic previously found at the airport terminals.

OHL, along with their subsidiaries Community Asphalt and Tower, participated through a Joint Venture, to carry out this project.

This elevated railway is a project full of challenges and successes with the intent set on improving the accessibility of the City's airport in Miami, facilitating comfortable and fast transportation.

Orange Line discurre en un área de trabajo que se extiende por 3,8 km con más de 15 puntos de afección sobre las cuatro vías más importantes de Miami.

Por su condición de construcción elevada en un área muy poblada y con gran concentración de infraestructuras, la seguridad ha constituido uno de sus pilares fundamentales. Dicho esfuerzo se ha visto recompensado al recibir el proyecto una de las certificaciones más importantes en los EEUU, en cuanto a seguridad se refiere, el OSHA's VPP, por sus siglas en inglés, (Voluntary Protection Program). La base fundamental de este programa es el mantenimiento de las tasas de accidentes y enfermedades por debajo del promedio de la industria. Orange Line es uno de los únicos tres proyectos existentes en el estado de la Florida con dicha certificación.

Las cifras avalan la dificultad del proyecto pero a su vez sus grandes éxitos, situándose líder entre las obras locales. Casi tres años de trabajo, más de dos millones de horas sin accidentes con baja, 550 empleados directos y 5.750 indirectos, más de 65 empresas subcontratadas, Orange Line ha contribuido al desarrollo de las áreas por las que transcurre con más de 600 millones de dólares.

Orange Line runs in a workzone that spans 3.8 km with more than 15 complicated crossings over four important roadways of Miami.

Por su condición de construcción elevada en un área muy poblada y con gran concentración de infraestructuras, la seguridad ha constituido uno de sus pilares fundamentales

Due to the high elevation of the guideway, in a densely populated area with a high concentration of infrastructure, safety has been one of the pivotal goals to the success of the project

Due to the high elevation of the guideway, in a densely populated area with a high concentration of infrastructure, safety has been one of the pivotal goals to the success of the project. Due to its efforts the project has received one of the most important certification in US, as it refers to security, the OSHA VPP. The fundamental base of this program is to maintain the rates of accidents and illnesses below the industry's average. Orange Line is one of only three projects in the State of Florida with this certification.

The sheer magnitude of the numbers is enough to validate the difficulty of the project, but it simultaneously represents its greatest successes, positioning the Orange Line among the leaders of local construction projects. Almost three years of work, more than 2 million man/hour accident free, over 550 direct and 5,750 indirect workers and with more than 65 subcontractors, Orange Line contributed to the economic development of the surrounding areas, generating more than 600 million dollars.



La cuenta atrás ha comenzado y en pocos meses los más de 30 millones de pasajeros anuales que pasan por el Aeropuerto de Miami, uno de los aeropuertos de EEUU con mayor afluencia, podrán llegar al centro de la ciudad en poco menos de 20 minutos.

Proyecto

El Grupo OHL, a través de sus filiales Community Asphalt y Tower, resultó adjudicatario en 2009, a través de una UTE, del proyecto para prolongar el tren elevado de Miami (Orange Line) hasta el aeropuerto internacional de esta ciudad del Estado de Florida.

Con un presupuesto de ejecución de 360 millones de dólares y un plazo de 3 años, Orange Line fue el primer proyecto de construcción que consiguió una empresa española en el sector ferroviario de Estados Unidos.



The countdown is nearing its end and in a just a few months more than 30 million passengers passing through MIA, one of the busiest airports in the U.S., will be able to reach the center of Miami in less than 20 minutes.

En pocos meses, los más de 30 millones de pasajeros anuales que pasan por el Aeropuerto de Miami podrán llegar al centro de la ciudad en menos de 20 minutos

In a few months, more than 30 million passengers passing through MIA that will be able to reach the center of Miami in less than 20 minutes

Project

The OHL Group entered into a JV contract through its subsidiaries Community Asphalt and Tower, and was awarded the Orange Line contract in 2009 to extend the existing elevated Metrorail system to the Miami International Airport.

The project was awarded with a construction value of \$360 million and contract time of 3 years. Orange Line was the first rail construction project awarded to a Spanish company in the U.S.





Vista general de la estación.
Station overview.

El apoyo de las filiales de Florida, Community Asphalt y Tower, y la reconocida experiencia de estas constructoras locales en sus respectivos ámbitos de actividad, obra civil y edificación, ha sido un factor clave para la adjudicación de este proyecto a la UTE donde el Grupo OHL tiene el 50%.

Este tren urbano elevado es el único metro en pleno servicio en el Estado de Florida y constituye actualmente uno de los medios de transporte más rápidos de Miami Dade. Dispone de una red de 22 estaciones y 36 km de longitud, que se extiende desde el sur de Miami, pasando por el centro de la ciudad, hasta el noreste de Miami Dade. El hecho de que sea un sistema elevado y no subterráneo se debe a la proximidad del nivel freático en el Sur de Florida.

El contrato adjudicado a OHL por Miami-Dade Transit constituye la primera fase del proyecto de ampliación del metro de Miami a través de la nueva línea Orange Line, de 39,6 km de longitud y cuya construcción está previsto abordar en tres etapas, con una inversión total estimada de 4.160 millones de dólares.

El tramo de la primera fase tiene una longitud de 3,8 km y el contrato incluye como actuaciones principales la construcción de una línea elevada de doble vía que conectará la estación existente Earlington Heights de Metrorail con el Miami Intermodal Center del aeropuerto de Miami, la estación de pasajeros MIC de Metrorail, de tres niveles, y los sistemas operativos correspondientes para la coordinación y la integración del nuevo tramo con el actual sistema de Metrorail.

The OHL Group's support combines the experience of their local firms in Florida, Community Asphalt and Tower, and the expertise of these companies in their respective fields, general road construction, transportation infrastructure and vertical construction, have been key factors in the award of this project to the Joint Venture, where OHL Group has a stake of 50% of the JV.

This elevated railway is the only metrorail in full service in the State of Florida and is the fastest mode of transportation in Miami-Dade. It has a network of 22 stations and 36 km long, spanning from South Miami, through the center of the City, to the northeast portion of Miami-Dade County. This system was elevated due to the presence of a high water table in southern Florida.

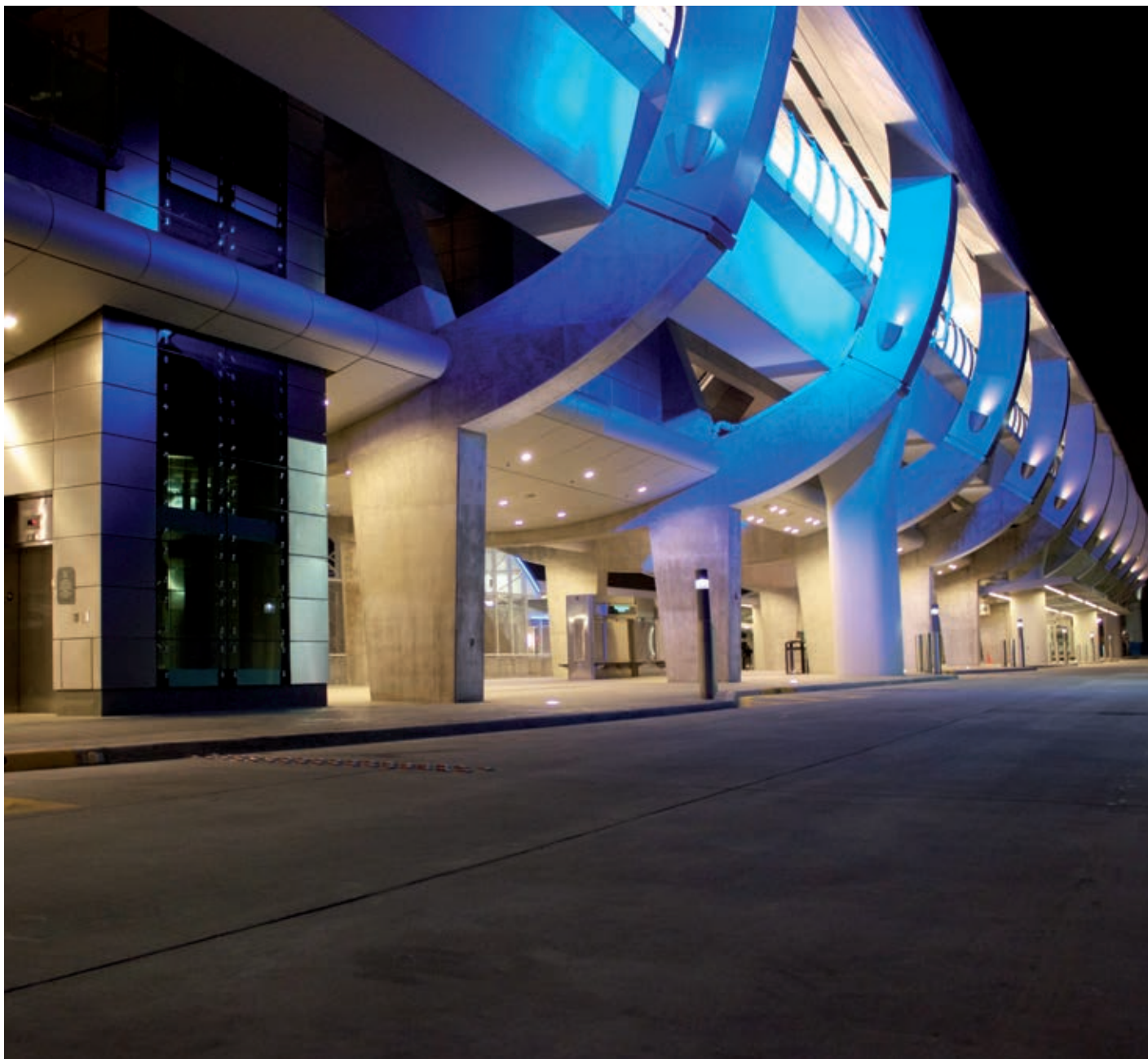
Este tren urbano elevado es el único metro en pleno servicio en el Estado de Florida y constituye actualmente uno de los medios de transporte más rápidos de Miami Dade

This elevated railway is the only metrorail in full service in the State of Florida and is the fastest mode of transportation in Miami-Dade

The contract awarded to OHL from Miami-Dade Transit is the first phase of a brand new extension to the Metrorail, known as the Orange Line extension, which totals

39.6 km in length and whose construction is scheduled to address three stages, with an estimated total investment of 4.16 billion dollars.

The section of this first phase (Orange Line) has a length of 3.8 km and the contract includes primarily the construction of a double track elevated line that will connect the existing Earlington Heights Station with the Miami Intermodal Center, which contains the three-level Orange Line passenger station and the operating systems for the integration of the new section to the existing Metrorail system.



La llegada de Orange Line al Miami Intermodal Center supone conectar el sistema de Metrorail con el MIA Mover, el medio de transporte que facilita el acceso final al aeropuerto. La conexión de estos dos sistemas de transporte ofrecerá a los ciudadanos de Miami un cómodo y rápido acceso al aeropuerto a través del transporte ferroviario de pasajeros.

La finalización de Orange Line en sus tres fases incrementa el área de influencia de esta forma de transporte sencilla y limpia, elevando el número de usuarios que utilicen esta nueva línea de Metrorail para desplazarse al aeropuerto.

La llegada de Orange Line al Miami Intermodal Center supone conectar el sistema de Metrorail con el MIA Mover, el medio de transporte que facilita el acceso final al aeropuerto

The arrival of the Orange Line to the Miami Intermodal Center will establish a connection between the Metrorail system and the MIA Mover, and will facilitate access to the Miami International Airport

The arrival of the Orange Line to the Miami Intermodal Center will establish a connection between the Metrorail system and the MIA Mover, and will facilitate access to the Miami International Airport. Linking these two transportation systems, will provide the citizens of Miami a convenient and quick access to the airport by passenger rail.

The completion of the Orange Line in its three phases will increase the use of this type of transportation, making it simple and clean, thereby raising the number of customers using this new Metrorail line to get to the airport.

Descripción general

Orange Line es un gran proyecto en sí mismo con un presupuesto total de US \$506 millones de los cuales \$360 millones constituyen el contrato de construcción. La financiación del proyecto provino, por un lado, del aumento en medio centavo de los impuestos de los contribuyentes, (\$404,7 millones) y por otro de los fondos propios del Departamento de Transporte de Florida (\$101,3 millones).

El proyecto se inició en abril de 2009 y ha finalizado en el verano de 2012. Orange Line es una línea de doble vía elevada de 3,8 kilómetros de longitud, que se une al sistema ya existente de metro de Miami-Dade. Los principales componentes del proyecto incluyen la construcción de una estación de última generación multi-nivel, la línea ferroviaria elevada parte de la cual se construyó mediante dovelas prefabricadas, los sistemas operativos, viales, tres subestaciones eléctricas de tracción, nuevas carreteras, reconstrucción de carreteras existentes y demás obras complementarias.

Se trata de la mayor ampliación del Metrorail desde la apertura del sistema originario en 1984, hace casi ya treinta años, y es el primer ramal que se construye de la línea principal. Una vez completado el sistema de transporte por metro, los viajeros podrán acceder a áreas tan diversas como Kendall, South Miami, Coconut Grove, Coral Gables, Miami Downtown, Brownsville, Liberty City, Hialeah y Medley y lugares como el Centro Cívico, Hospital de Jackson Memorial, el American Airlines Arena, el área de Vizcaya, la Universidad de Miami y el centro comercial Dadeland.

General description

The Orange Line is a grand undertaking of its own. The entire project is costing the County a total of \$506 million, \$360 million of which represents the construction contract. Funding for the project came from the half penny sales tax increase (\$404.7 million), and from the Florida Department of Transportation (\$101.3 million).

The project was started in April of 2009 and is scheduled to be completed in the summer of 2012. The Orange Line is an elevated 2.4-mile double track, heavy rail extension of the existing Miami-Dade Metrorail System. The major Project components include the construction of: a state-of-the-art multi-level passenger station, elevated guideway, including segmental construction, operating systems, trackwork, three traction power substations, new roadways and roadway reconstruction and civil sitework.

It is the largest extension of the Metrorail System since the system's original opening in 1984, nearly thirty years ago and it is the first line to branch away from the previously one-dimensional linear system. Once completed, the heavy rail rapid transit system will connect airport travelers to areas as diverse as Kendall, South Miami, Coconut Grove, Coral Gables, Downtown Miami, Brownsville, Liberty City, Hialeah and Medley; and landmarks such as the Civic Center, Jackson Memorial Hospital, the American Airlines Arena, Vizcaya, the University of Miami and Dadeland Mall.



Estructura elevada del vial.
Elevated route.

La ruta elevada discurre por una zona principalmente industrial, incluyendo el complicado cruce elevado sobre el río Miami, así como por carreteras principales como la carretera estatal 112, la actual línea del Metrorail y el ferrocarril CSX.

Cada uno de los cruces elevados presenta sus propios desafíos logísticos especiales. El cruce del río de Miami necesitó el uso de una barcaza con una plataforma para levantar las dovelas del puente, así como la coordinación correspondiente con la guardia costera de los EE.UU. para mantener el tráfico de embarcaciones a través de la vía navegable.

El cruce de la SR 112 incluyó largos desvíos, complejos cambios de tráfico y cierres de carriles a través de una larga y compleja coordinación con la Autoridad de Autopistas de Miami-Dade.

El cruce sobre la línea Metrorail existente implicó el uso de tres grúas y requirió una transferencia de las vigas en el aire cuando se instalaron en el puente. Por último, el cruce CSX implicó la utilización de una grúa diseñada específicamente para este fin, así como la coordinación diaria con personal especializado en señalización de ferrocarriles.

The elevated route runs through a primarily industrial area, including complicated crossings over the Miami River, major roadways such as State Road 112, the existing Metrorail Guideway and the CSX Railroad.

Each of the crossings presented its own unique logistical challenges. The Miami River crossing included the use of a barge as a construction platform to lift bridge segments into place, as well as the associated coordination with the U.S. Coast Guard to maintain boat traffic through the navigable waterway.

The SR 112 crossing included lengthy and complex detours, traffic shifts and lane closures along with extensive coordination with the Miami-Dade Expressway Authority.

The crossing over the existing Metrorail Guideway involved the use of three cranes and required a mid-air load transfer when setting the bridge beam. Lastly, the CSX crossing involved the submittal of highly detailed engineered crane lifting plans as well as daily coordination with the ever present railroad flagperson.



Acceso a la estación.
Station access.

Asimismo, nuestro equipo se enfrentó también con el desafío de cumplir con el objetivo de la utilización de lo que en EEUU se denomina “small business”, empresas privadas que operan con un número reducido de empleados y relativamente bajo volumen de ventas, cuya subcontratación ascendió a un 12% del valor total del contrato, aproximadamente, \$44 millones. El equipo realizó un foro en el momento de la oferta para llegar a las pequeñas empresas de la zona, respondiendo a sus preguntas y participando en el proceso de licitación.

Estación

La estación de pasajeros Orange Line del MIC es una estructura multi-nivel formada por un espacio adoquinado a nivel del terreno, un nivel intermedio de transición y una plataforma donde se produce la llegada y salida de los trenes.

La estructura de 7.246,43 m² tiene un diseño abierto al aire libre con vistas desde la plataforma del tren al centro de Miami, así como del panorama urbano de la ciudad y del nuevo estadio de beisbol de los Marlins.

La estación fue diseñada por una empresa local, Pérez y Pérez, que ha obtenido tres premios de arquitectura: dos en el año 2006 del Instituto Americano de Arquitectos (AIA) y uno en 2007 de la Sociedad Americana de Arquitectos Registrados (SARA).

El pabellón principal de la estación es el buque insignia en cuanto a diseño se refiere, tan elegante como audaz, captura el espíritu de Miami y su gente, reflejando movimiento y velocidad. Es, con diferencia, la característica más visible de todo el proyecto.

El pabellón principal de la estación es el buque insignia en cuanto a diseño se refiere

The main canopy of the station is the flagship of the design

In addition to our challenging crossings, our team was also faced with the challenge of meeting a goal of utilizing small businesses (business that is majority owned and operated by one or more individuals who are a socially and economically disadvantaged minority with relatively low net worth), whose cumulative subcontracts were to amount to a minimum of 12% of the total contract value, or nearly \$44 million. The team rented a hotel conference center to hold a forum at the time of bid specifically aimed at reaching out to the small businesses in the area, answering their questions and engaging them in the bid process.

Station

The Orange Line passenger station at the MIC is a multi-level structure consisting of an at-grade brick paver plaza, a transitional intermediate level, and the platform level where the train embarkation and debarkation occur.

The 78,000 square foot structure has an open-air design with views from the train platform of the Downtown Miami skyline and the new Miami Marlins Stadium.

The design of the station was developed by a local firm, Perez & Perez, and was presented with three architectural awards: two in 2006 from the American Institute of Architects (AIA) and one in 2007 from the Society of American Registered Architects (SARA).

The main canopy of the station is the flagship of the design, as elegant as it is bold, and captures the spirit of Miami and its people, reflected through the sensation of movement and speed. It is far and away the most visible feature of the entire project.



Lauro Bravar, Director Área Internacional USA Región Sur (OHL), -cuarto por la izquierda-, en la inauguración de Metrorail Orange Line.

Lauro Bravar, CEO South Region (OHL), - fourth on the left-, at the Metrorail Orange Line opening.

Se trata de una moderna estructura metálica de forma cilíndrica que gira y se contorsiona a la vez, extendiéndose desde el extremo Norte de la plataforma hacia el Sur. Su intrincado diseño se basó en unas rígidas especificaciones de desarrollo y ejecución marcadas por una empresa subcontratista con sede en Kansas City, Missouri.

La cubierta metálica se modeló mediante el uso de un complejo software de diseño. Culminó con la creación de una estructura de apoyo constituida por 11 costillas de acero, unidas por medio de perfiles metálicos desarrollados por ZEPP (Zahner Grupo de Ingeniería Perfilada).

La cubierta principal se compone de un total de 156 paneles. Cada uno de estos perfiles se asemeja a una viga curva de acero, mide más de 12,19 metros de largo y cada una es diferente de la siguiente. Debido a la forma curvilínea de la cubierta, cada panel fue modelado y fabricado con una geometría totalmente única.

It is a modern cylindrical metal structure that twists and contorts as it extends from the North end of the platform to the South. Its intricate design was guided by a performance specification and accomplished by a specialty subcontractor from Kansas City, Missouri.

The metal canopy was modeled through the use of complex design software. The end result culminating in the creation of a structure supported by 11 steel ribs, each of which is spanned by proprietary ZEPP's (Zahner Engineered Profiled Panel).

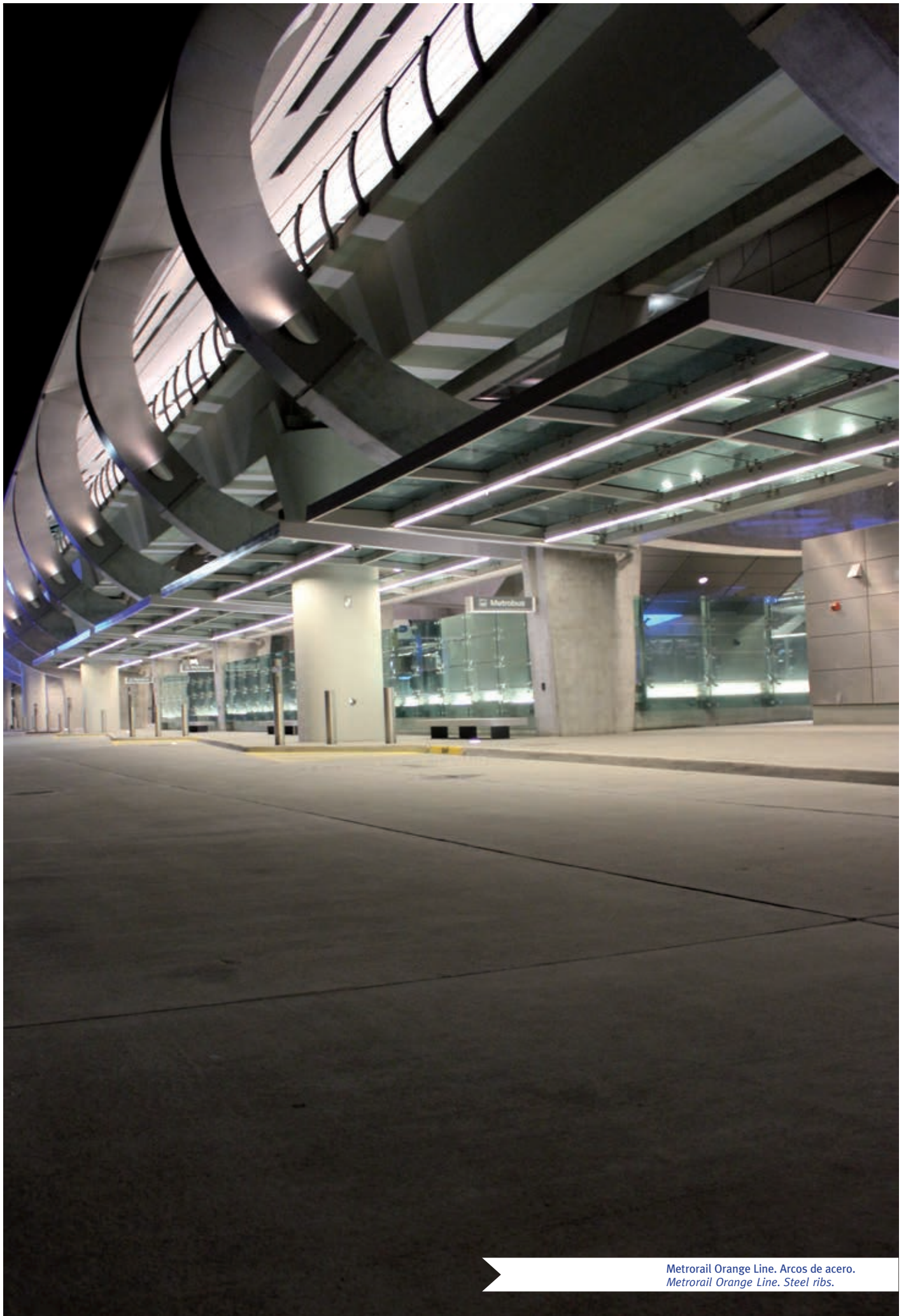
The main canopy is comprised of a total of 156 ZEPP's. Each ZEPP, which mimics the form of a steel tub beam, measures over forty feet in length, and no ZEPP is the same as the next. Due to the curvilinear form of the canopy, each ZEPP was modeled and fabricated with a totally unique geometry.



Metrorail Orange Line. Inauguración.
Metrorail Orange Line. Opening.







Metrorail Orange Line. Arcos de acero.
Metrorail Orange Line. Steel ribs.

La ubicación de la cubierta se encuentra a menos de quince kilómetros del océano Atlántico, donde en verano los huracanes son especialmente agresivos. Con esto en mente, el equipo realizó varias pruebas a los diseños de los paneles en un túnel de viento a casi 69 kilos por pie cuadrado, capaz de soportar vientos de 400 kilómetros por hora, casi el doble de un huracán de categoría cinco.

Simultáneamente al desarrollo de la estación, el Departamento de Transporte de Florida (FDOT) ha financiado la construcción de la pasarela peatonal de la zona oeste, que constituye principalmente un puente peatonal cerrado de grandes dimensiones que se extiende sobre la parte superior del intercambiador de transportes en el MIC y que conecta a la perfección con el mismo.

Muchos fueron los retos que se presentaron al equipo del Orange Line durante la construcción de la estación y la pasarela peatonal de la zona oeste. Los más importantes consistieron en la construcción en un área con cierto grado de suelos contaminados, el montaje de dos estructuras totalmente diferentes y complejas entrelazadas en el área de la estación, una soportando la cubierta y otra la vía, y trabajar en las proximidades del ferrocarril.

The location of the canopy is less than ten miles from the Atlantic Ocean, whose summer hurricanes can foster highly destructive weather. With this in mind, the team proceeded to test and re-test the ZEPP's Design in a wind tunnel at 150 pounds per square foot to withstand winds of 250 miles per hour, or nearly twice that of a category five hurricane.

In harmony with the station, the Florida Department of Transportation (FDOT) funded the construction of the West Pedestrian Concourse, which is essentially a giant enclosed pedestrian bridge that will span over the top of all the transportation options available at the MIC, connecting them seamlessly.

Many challenges were presented to the Orange Line team throughout the construction of the Station and West Pedestrian Concourse. The most notable included constructing on a contaminated site, constructing two completely separate, yet interwoven structures (Station and Guideway), and constructing in proximity to the CSX Railroad.







Acceso a la estación.
Station access.

El tratamiento y la eliminación de los contaminantes en los suelos excavados y en el agua del nivel freático plantearon un obstáculo primordial en la construcción de los cimientos. El agua se bombeó a los tanques de sedimentación, se analizó, y luego fue transportada en camiones cisterna a una planta de tratamiento especializada fuera del área de trabajo.

Quizás el reto más importante haya sido el hecho de que se estaba construyendo la estructura de la estación a una distancia de 7,5 metros de las vías del ferrocarril CSX.

Según los requisitos de CSX, toda grúa necesita un plan de elevación detallado destacando, entre otros aspectos, el modelo del equipo, la capacidad y ubicación, junto con un plan de trabajo detallado. Si la operación se desviase en lo más mínimo de lo que fue presentado y aprobado, la operación habría sido cancelada.

Por otro lado, CSX obligó durante todo el proceso al uso de *banderas* en comunicación constante por radio durante el desarrollo de toda la operación.

The treatment and disposal of contamination in excavated soils and dewatered effluent posed a prime obstacle in the construction of the foundations. The water was pumped into sediment tanks, tested, and then hauled in tanker trucks to an approved off-site treatment facility.

Perhaps the most stifling challenge faced was the fact that we were constructing the station structure within twenty five feet of a CSX railroad track.

Per CSX requirements, all crane lifts needed a detailed lifting plan, outlining, among other things, the equipment model, capacity, and location, along with a step-by-step procedure for the lift. If the operation deviated in the slightest from what was submitted and approved, the operation would have been shut down.

Moreover, the CSX flagperson required us to provide him with points of contact that would be in constant radio communication with him.



Interior de la estación.
Station interior.

Estos *banderas* tenían la responsabilidad de comunicar a todos los operadores del equipo la entrada y salida de los trenes (la frecuencia podía ser en torno a 15 minutos entre uno y otro tren). Cada vez que un tren iba o venía, todos los operadores del equipo estaban obligados a suspender su trabajo hasta la salida del tren.

Como si la construcción de la estación de pasajeros por sí sola no fuera lo suficientemente difícil con su diseño único, nuestra tarea se vio complicada por la construcción de una estructura totalmente independiente para el vial, que entraría plenamente en la estación pero sin tener contacto físico con ella.

Lo primero fue la construcción de la subestructura de la cubierta y del vial. Una vez que las vigas de la estructura que soporta la vía fueron colocadas en su lugar y se hormigonó el tablero se pudo construir la cubierta de la estación. El esfuerzo implicó un alto nivel de coordinación entre los subcontratistas del vial y los subcontratistas de la estación, trabajando juntos en un espacio no mayor de 30,5 metros de ancho. La unión entre la estación y las vías ferroviarias tuvo que ser extremadamente precisa ya que el nivel de los trenes de pasajeros necesitaría estar a la misma altura que la plataforma de la estación y el lado del tren a menos de 7,3 centímetros del borde de la plataforma.

Una vez finalizado los trabajos se realizaron con éxito las primeras prueba con trenes en circulación comprobándose y celebrándose que todo se hubiera desarrollado con precisión de relojero.

These points of contact were responsible for communicating to all equipment operators that a train was either inbound or outbound (the frequency of which could be less than fifteen minutes between trains). Each time a train was coming or going, all equipment operators were required to cease their operation and remove their hands from the controls. Upon the train's departure, they could resume operations.

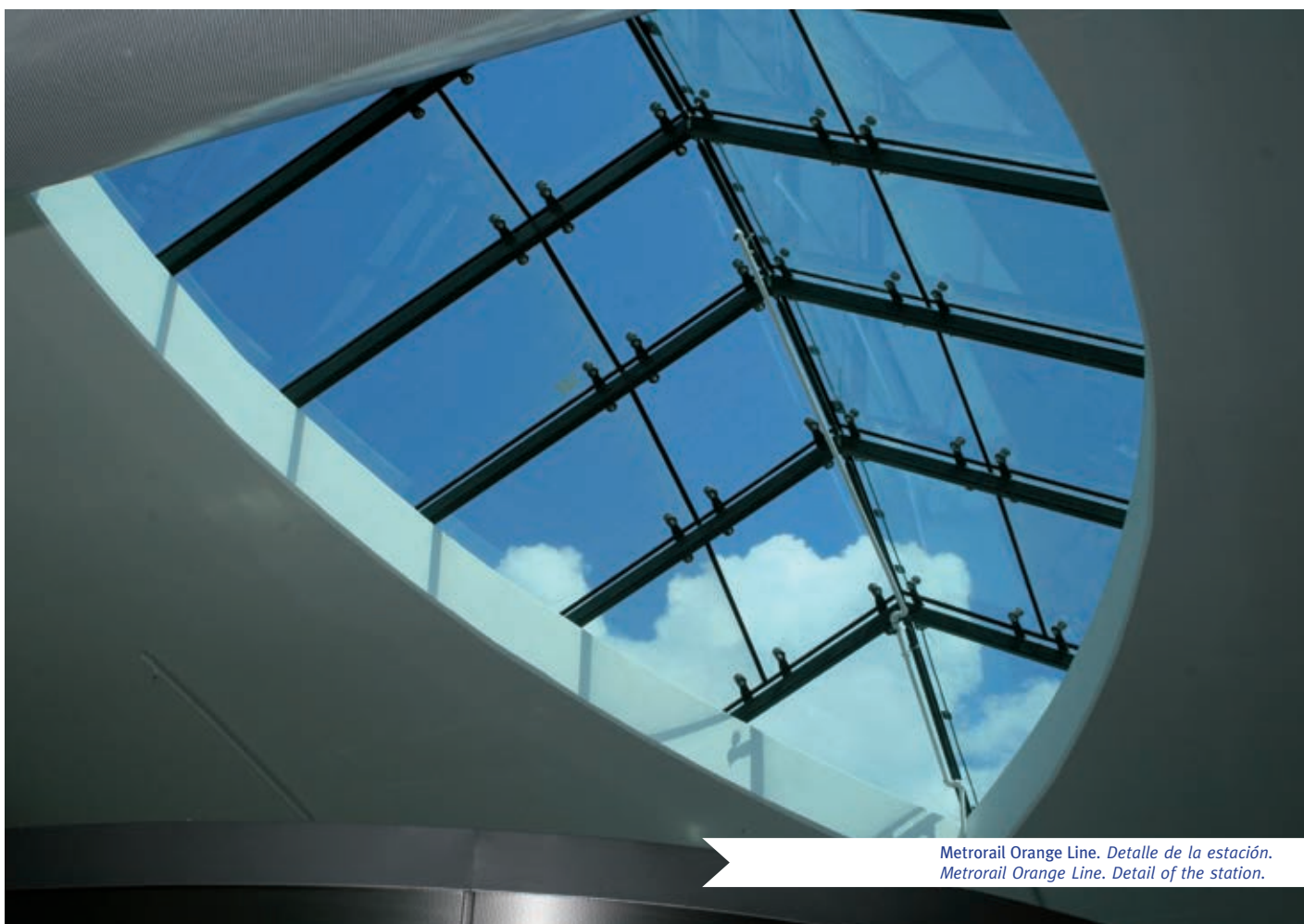
As if the construction of the passenger Station alone was not challenging enough with its unique design, our task was compounded by the construction of a completely independent Guideway structure, which was to be engulfed by the Station, yet never to make contact with it.

The first order of business was to construct the substructure of the Station and the Guideway. Once the Guideway beams were set in place and the decks poured, the remainder of the Station, which was to hover above the Guideway structure, could be constructed. The effort involved a high level of coordination between the Guideway team and subcontractors and the Station team and its subcontractors, all working together in a space not much more than 100 feet in width. The relationship between Guideway and Station had to be extremely accurate because the floor of the passenger trains that were to travel on the Guideway needed to be precisely at the same elevation as the Station platform, and the side of the train less than three inches from the platform edge.

Once the project began running test trains on the Guideway, we celebrated the success of our careful planning and coordination, as the train passed through the Station with immaculate precision.



Entrada de trenes a la estación.
Train access to the station.



Metrarail Orange Line. Detalle de la estación.
Metrarail Orange Line. Detail of the station.

Estructura de vía

Mientras que la estación de pasajeros puede considerarse la parte más atractiva del proyecto, la columna vertebral del mismo es la estructura elevada, una estructura que soporta una doble vía de 3,8 kilómetros.

El punto más elevado de la estructura es de aproximadamente diecinueve metros sobre el suelo, mientras que el promedio de altura es de unos catorce metros.

La estructura puede dividirse en dos diferentes tipologías: en torno a 1,6 km fueron construidos con dovelas prefabricadas sobre pilotes *in situ* con estribaciones recuperables, y aproximadamente 2,2 km fueron construidos con vigas prefabricadas sobre pilotes *in situ* barrenados. La razón del uso de dos tipos de diseño distintos fue debido a los requerimientos del FDOT (Florida Department of Transportation) exigiendo en los cruces elevados a sus carreteras las dovelas prefabricadas con pilotes con camisa recuperable y vanos de hasta 80 m. Las únicas estructuras por el momento en que el FDOT ha permitido pilotes barrenados es en cimentaciones de pantallas acústicas.



Estructura elevada del vial.
Elevated route.

Una de las ventajas de construir la estructura mediante dos métodos diferentes fue la división de los trabajos en dos equipos de estructuras, que aunque dificultaba la coordinación de los equipos, permitía abordar los trabajos en múltiples frentes.

Aunque a primera vista el vial no parece ser muy diferente de cualquier otra estructura uno de sus factores clave se encuentra debajo del hormigón y el acero.

Guideway

While the passenger station may be the most visually appealing part of the project, the backbone is the elevated Guideway, with 2.4 miles of double track bridge structure.

The highest point of the structure was approximately sixty-five (65) feet above ground elevation, while the average height of the structure was in the realm of forty-five (45) feet.

The Guideway can be broken down into two different construction methods: roughly 1 mile of segmental bridge construction built on top of drilled shafts, and 1.4 miles of precast U-Beam construction built on top of auger cast piles. The reason for the two distinct bridge designs was due to FDOT requirements for drilled shafts and segmental construction over their roadways, permitting spans of up to 260 feet in length. At present time, the only structure where the FDOT will allow the use of auger cast piles is in the foundation construction for noise walls.

An advantage to the division of the Guideway construction into two different construction methods was that the work was likewise split amongst two superstructure teams. While having two teams constructing the Guideway superstructure involves more coordination, it also means that you have the ability to attack the work on multiple fronts.

While at first glance, the Guideway does not appear to be much different from any other bridge, one of its key distinguishing factors lies beneath the concrete and steel.





Cuando se construye una infraestructura por donde circulará una red de trenes eléctricos es fundamental la existencia de medidas de protección frente a la electricidad de alto voltaje en circulación.

Es por esta razón que el diseño de la estructura involucra una compleja red de cableado y protección catódica. El diseño de protección catódica está destinado a neutralizar fugas de corriente que puedan transferirse al acero de la estructura por el rail. Este diseño implica el tendido de cables por debajo de la armadura del tablero hasta la protección catódica enterrada bajo el suelo.

La protección catódica, que consiste esencialmente en bolsas llenas de magnesio, absorbe y neutraliza la energía eléctrica. Como medio para prevenir la entrada de corrientes parásitas en el refuerzo del tablero, la estructura fue diseñada atendiendo a la importancia del aislamiento eléctrico. Esto implica que no puede haber ningún objeto metálico exterior que descansa directamente sobre la parte superior o que penetre en el tablero sin estar aislado mediante el uso de un material con alta resistividad eléctrica. Incluso el refuerzo de los plintos de hormigón, en cuya parte superior está instalado el carril, no podía ser de acero.

En su lugar se utilizó fibra de vidrio reforzada Polímero (FRP), que es un material no conductor que debe llegar desde el fabricante en su forma final, ya que no es un material flexible que se pueda modelar como el refuerzo de acero típico.

Otros métodos de aislamiento eléctrico consistían en el uso de almohadillas de neopreno en las bandejas de cables, epoxi no conductor o manguitos cubriendo tornillos o pernos metálicos en el tablero del puente.

Sistemas

El único y verdadero componente de diseño del proyecto fue el de los sistemas operativos, que se desglosa en tres grandes subdivisiones: control de tren, electrificación y comunicaciones.

El proceso de diseño y construcción fue muy complicado desde el principio. Una vez que nuestro equipo recibió la orden de inicio (NTP) de Miami-Dade Transit, nuestros ingenieros de diseño de sistemas comenzaron de inmediato.

Durante la fase de diseño, nuestro equipo lideró los esfuerzos de coordinación entre nuestros ingenieros, los ingenieros de Inspección y Control, y los ingenieros y personal de operaciones de Miami-Dade Transit.

When constructing a bridge on top of which an electrified train will run, it is critical that there be measures in place to deal with the high voltage electricity running above.

It is for this reason that the design of the structure involved an elaborate network of wiring and cathodic protection. The cathodic protection design is intended to neutralize stray current that may transfer to the bridge's reinforcing steel from the electrified contact rail and running rail. This design entails running wires down from the deck reinforcement to sacrificial anodes buried beneath the ground.

The sacrificial anodes, which are essentially bags full of magnesium, absorb and neutralize the electrical energy. As a means of preventing the stray current from entering the reinforcement in the first place, the structure was designed around the concept of electrical isolation. This means that there could be no foreign metal objects resting directly on top of or entering the deck without being isolated through the use of a material with high electrical resistivity. Even the reinforcement of the concrete plinth pads, on top of which the running rail is installed, could not be steel.

Instead, the use of Fiberglass Reinforced Polymer (FRP) was required, which is a non-conductive material that must come from the manufacturer in its final shape, as it is not a pliable material that can be bent into shape like typical steel reinforcement.

Further methods of electrical isolation included the use of neoprene pads under the cable trays, non-conductive epoxy or sleeves when introducing metal screws/bolts into the bridge deck.

Systems

The only true Design-Build component of the project was that of the Operating Systems, which breaks down into three major sub-divisions: train control, traction power, and communications.

The Design-Build process was highly elaborate from the start. Once our team received Notice to Proceed (NTP) from Miami-Dade Transit, our Systems engineers commenced design immediately.

During the design phase, our team led continuous coordination efforts between our engineers, the Construction

Engineering and Inspection firm's engineers, and Miami-Dade Transit's engineers and operations personnel.

El único y verdadero componente de diseño del proyecto fue el de los sistemas operativos, que se desglosa en tres grandes subdivisiones: control de tren, electrificación y comunicaciones

The only true Design-Build component of the project was that of the Operating Systems, which breaks down into three major sub-divisions: train control, traction power, and communications

A través de estos esfuerzos hemos sido capaces de descubrir de forma proactiva las amenazas que potencialmente pudieran afectar a nuestro plan de obra para eliminarlas rápidamente, asegurando el éxito de nuestro proyecto.

El 22 de junio de 2009, sólo dos meses después de la firma del contrato de Orange Line, el Washington Metropolitan Area Transit Authority (WMATA) tuvo un accidente en su sistema.

Este accidente provocó reacciones dentro de la industria del transporte estimulando las investigaciones y la creación de informes sobre sus causas.

Después de meses de exhaustivo análisis se determinó que el accidente fue causado por un fallo en el sistema de control de trenes. Como resultado hubo una frenética carrera por parte de todos los organismos de transportes para desarrollar un software que eliminara dicho fallo.

Nuestros ingenieros de sistemas trabajaron de forma incansable en colaboración con el cliente, para implementar las modificaciones requeridas al software de control de trenes. Gracias a esfuerzos como este, nuestro equipo está cerca de entregar un sistema seguro de última generación a los viajeros.

Servicio a la comunidad

Para nuestro equipo la finalización con éxito de estas importantes infraestructuras ferroviarias no constituirá el único motivo de satisfacción.

En los casi tres años que se ha estado construyendo el proyecto MIC-Earlington Heights, hemos planificado y participado en varios programas de ayuda a la comunidad, incluyendo programas de sensibilización en las escuelas locales, la rehabilitación de viviendas en los alrededores, limpieza de la costa, entrega de juguetes en Navidad y de pavos en la fiesta tradicional de Acción de Gracias.

Through these efforts, we were able to proactively unearth any looming threats to our schedule and move quickly to diffuse them, ensuring that our project would be a success.

On June 22nd, 2009, only two months into the Orange Line contract, the Washington Metropolitan Area Transit Authority (WMATA) experienced a accident on their system.

This event sent shockwaves throughout the transit industry, spurring investigations and reports on the cause of the accident.

After months of comprehensive analysis, it was determined that the accident was caused by a glitch in the train control system. As a result, there was a frantic dash for all transit agencies to develop a software correction to the glitch that caused irreparable calamity to so many.

Our Systems engineers worked tirelessly in collaboration with the Client to implement the required modifications to the Train Control software. Thanks to efforts such as this, our team is nearly ready to deliver a state of the art system to the traveling public.

Community service

Our team believes that when we enter an area to commence construction, we should not only leave behind infrastructure improvements, but social improvements as well.

In the roughly three years that we have been constructing the MIC-Earlington Heights Connector project, we have planned and participated in several Community Outreach programs, including community awareness programs at local schools, rehabilitation of homes in the surrounding area, coastal cleanup efforts, a toy drive for the local children, and turkey distribution for families on Thanksgiving.



Remodelación de casas. Proyecto Rebuilding together.
Rebuilding houses. Project Rebuilding together.

Seguridad

Desde la adjudicación del proyecto, el equipo de construcción Orange Line hizo hincapié en el hecho de que la seguridad iba a ser un factor primordial.

Este mensaje tomó mayor importancia cuando el proyecto optó a la certificación OSHA, que supone el más alto reconocimiento en materia de seguridad: OSHA VPP estatus de estrella. Este programa fue desarrollado por la organización OSHA para fomentar la gestión, el trabajo. OSHA establece relaciones de cooperación entre los lugares de trabajo que han implementado un sistema de seguridad integral y la gestión de la salud. El espíritu de dicha relación se basa en que la empresa debe aplicar y establecer los criterios de seguridad de OSHA.

El programa que fue implementado en el proyecto de Orange Line, implicaba a su vez que los trabajadores de las empresas subcontratistas participaran activamente. Para lograr este objetivo, el equipo promulgó una serie de mejores prácticas que sirvieran para educar e incentivar a los trabajadores en temas de seguridad, tales como:

- El equipo Orange Line ofreció cursos de formación mensuales, en cuanto a seguridad, de forma gratuita a los subcontratistas. Así, se celebraron seminarios mensuales de seguridad, donde todos los trabajadores se reunían y donde se les informaba sobre los últimos acontecimientos en seguridad. Además, se otorgaron pequeños incentivos al final de las reuniones, como rifas, para aquellos con mejores ratios de seguridad.

A ello habría que sumar la existencia de:

- Buzones de sugerencias establecidos a lo largo del proyecto.
- Creación de un Comité de Seguridad integrado por los trabajadores, los superintendentes y administradores con reuniones semanales para examinar, discutir y mejorar los posibles problemas de seguridad.

Estos programas fueron aprobados y aceptados por todos de forma muy positiva. El historial del proyecto de seguridad pone de manifiesto el éxito de estas medidas sobre el bienestar de la población activa.

A continuación se enumeran algunos de los galardones obtenidos a lo largo del desarrollo del proyecto:

- Programa Voluntario de Protección, estatus de estrella certificado por la entidad OSHA (sólo existen tres proyectos en la Florida con dicho reconocimiento)
- Premio por alcanzar 2.000.000 de horas – hombre sin un incidente que ocasione baja.
- Premio por 900 días sin un incidente con resultado de baja laboral.

Safety

From the first day on the project, the Orange Line construction team stressed the fact that safety was to be paramount above all else.

This message was conveyed in no stronger format than the announcement that the project would elect to pursue OSHA's highest recognition in safety: OSHA's VPP Star Status. This program was developed by OSHA to encourage management, labor and OSHA to establish cooperative relationships at workplaces that have implemented a comprehensive safety and health management system. The spirit of the relationship is premised around the fact that the employer establishes and implements safety criteria that exceed the minimum OSHA requirements.

The program implemented on the Orange Line project was one of enrollment. The intent was to have all the subcontractors' workers truly feel the importance of safe behavior, rather than just doing what they are told. To accomplish this goal, the team enacted a series of best practices that would serve to educate and incentivize the workers to conduct themselves in a safe manner, such as:

- The Orange Line team provided project specific safety training on a monthly basis, free of charge to the subcontractors. Monthly safety meetings, where all workers gathered and were briefed on the latest safety happenings and provided advisements. A gift card raffle was held at the end of each meeting for all those in good safety standing.*

In addition, it should be added:

- Safety Suggestion Boxes placed intermittently throughout the project.*
- Creation of a Safety Committee composed of workers, superintendents and managers who would meet weekly to review, discuss and improve upon safety issues.*

These programs were all enacted on the project with extremely positive results. The project's safety record speaks volumes about the success these measures had on the well-being of the workforce.

The following are some of the accolades achieved throughout the life of the project:

- Achieved OSHA Voluntary Protection Program Star Status (only the third construction site to ever obtain this recognition in the State of Florida)*
- Achieved Meritorious Safety Performance Award (2,000,000 Man-hours without a lost time incident)*
- Achieved over 900 days without a lost time incident.*

Con un proyecto que se extiende a lo largo de 3,8 kilómetros y con una plantilla de cerca de 550 trabajadores simultáneamente sería casi imposible realizar un seguimiento continuo a la actividad de cada trabajador en el proyecto.

Por esta razón, era muy importante para nosotros contar con un personal competente y capacitado capaz de identificar riesgos y aplicar las mejores prácticas por sí mismos.

A través de la interacción repetida, la formación y el refuerzo, hemos sido capaces de hacer que los trabajadores entiendan que realmente su preocupación por su bienestar era lo más importante. El factor humano es una pieza esencial en nuestro programa de seguridad y en nuestro proyecto.

Equipo

- Jefe de proyecto
- Departamento de calidad
- Departamento de seguridad
- Jefe de proyecto: Estación
- Jefe de proyecto: Estructura
- Jefe de proyecto: Sistemas
- Campo operaciones: Jefes de obra para cada parte de la estructura
- Departamento de control y calidad
- Departamento financiero

Cantidad de materiales

Hormigones	13.605 m³
Subestaciones eléctricas de tracción	3 ud
Tubería de PVC	2103 m
Acero	2.134 t
Vigas Prefabricadas	4.161 m
Dovelas Prefabricadas	1.762 t
Cableado	340.554 m
Pilotes in situ con camisa recuperable	5.398 m
Pilotes ‘in situ’ barrenados	9.931 m
Barreras acústicas	3.303 m

Autores:
Written by:

Felipe Fernández
Gerente Adjunto Orange Line Project
Deputy Project Executive Orange Line Project

Julio Alberto Alia
Director para USA región Sur. OHL USA
Director for South USA. OHL USA

Raquel Colomer
Responsable de Marketing. OHL USA
Marketing Manager. OHL USA

Con la colaboración de:
With the collaboration of

Sudie Bredemeyer
Responsable de contratación. OHL USA
Contracting Manager. OHL USA

Fotografías
Raquel Colomer y personal del Orange Line
Raquel Colomer and Orange Line employees

With a project extending 2.4 miles in length and with a workforce of nearly 550 laborers on site at any given time it would be next to impossible to continually monitor the activity of every worker on the project.

For this reason, it was critical for us to have a competent and trained workforce capable of identifying hazards and implementing best practices using their discretion, with periodic inspections by our safety staff.

Through repeated interaction, training and reinforcement, we were able to make the workers understand that we genuinely cared about their welfare and that they should too. The human factor was an essential cog in enrolling them in the safety program we envisioned for the project, and our exemplary record speaks loudly to this point.

Team

- Project Executive
- QA/QC Department
- Safety department
- Project Management: Station
- Project management: Track & System
- Project Management: Guideway
- Field Operations: Superintendents Station, track & System and Guideway
- Contract MGMT/Project Controls
- Financial & Administration

Material quantities

Concrete – CY	21,314 CY
Traction Power Substations – EA	3 EA
Plastic (PVC) – LF	6,900 LF
Steel – TN	2,352 TN
U-Beams – LF	13,650 LF
Segments – LF	5,780 LF
Post-tensioning cables – LF	1,117,304 LF
Drilled Shafts – LF	17,710 LF
Auger Cast Piles – LF	32,582 LF
Noise Wall – LF	10,837 LF



Cubípodo: Tecnología española innovadora para la protección de diques

Cubipod: Innovative Spanish technology for breakwater protection

Tecnología española innovadora para la protección de diques

Innovative Spanish technology for breakwater protection

Historia del Cubípodo

History of the Cubipod

El proyecto de construcción del dique de abrigo exterior de la dársena de San Andrés, adjudicado por la Autoridad Portuaria de Málaga a SATO y OHL al 50%, pasará a la historia del Grupo por ser la primera obra en la que el Cubípodo se emplea en la construcción del manto principal de un dique de abrigo.

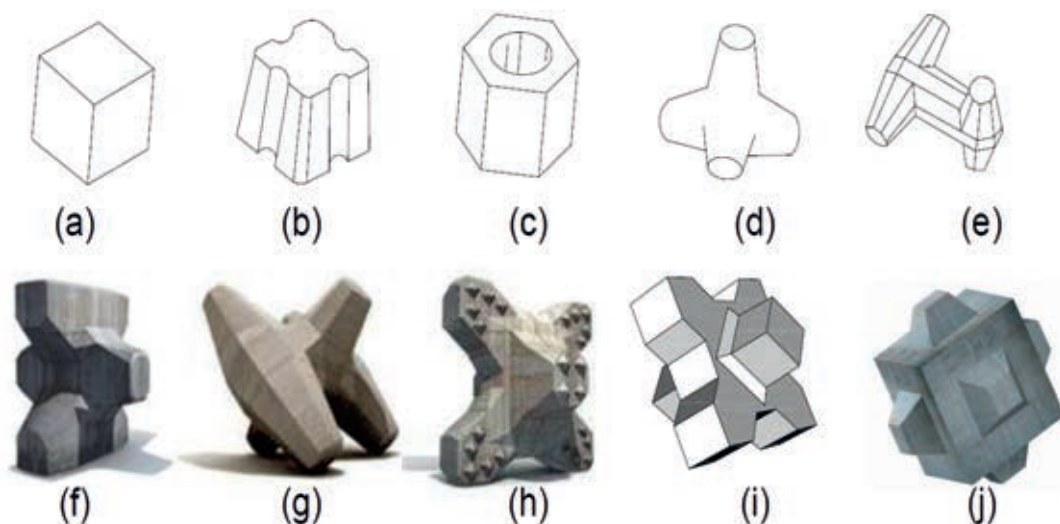
Los diques en talud con mantos bicapa de bloques de hormigón en masa, cúbicos o paralelepípedos, colocados aleatoriamente, son la tipología de referencia en España en donde se ha venido utilizando tradicionalmente debido principalmente a la facilidad de fabricación, al empleo de moldes de encofrado sencillos y a su fácil acopio en parque. También el hecho de ofrecer una respuesta robusta frente a los temporales y una menor exigencia de la cimentación han sido factores que han contribuido a su uso. Sin embargo, el bloque cúbico adolece de algunos defectos relevantes como son una baja estabilidad hidráulica y una tendencia a colocarse cara contra cara, fenómeno conocido como adoquinamiento, con efectos que pueden llegar a ser graves en el comportamiento del manto, debido a los cambios de porosidad a largo plazo.

Dentro del coste de un gran dique, aparte de factores físicos, hay un factor de diseño clave: el tipo de elemento de hormigón que constituye el manto principal, es decir, la forma geométrica y el peso de los bloques. Cada tipo de bloque tiene un coeficiente de estabilidad hidráulica y por tanto de comportamiento diferente en la disipación de la energía del oleaje que recibe.

The construction project for the outer breakwater of the San Andrés dock, awarded by the Málaga Port Authority to SATO and OHL, with a 50% stake each, will go down in the Group's history as the first project that used Cubipods in the construction of the armor layer of a breakwater.

In Spain, mound breakwaters with double-layer armors made of randomly-placed cubic or parallelepiped concrete blocks, have been traditionally used due to their easy fabrication, use of simple formworks, and efficient stacking. Also, the fact that they have strong resistance to storms and are less demanding in terms of foundation are other factors that have contributed to their widespread use. However, cubic blocks have several significant defects, such as low hydraulic stability and a tendency to position themselves face to face, with potentially serious consequences in terms of the performance of the armor as a result of long-term changes in porosity.

Apart from physical factors, there is a key design factor that affects the cost of large breakwaters: the type of concrete armor unit, or in other words, the geometric shape and weight of the blocks. Each type of block has a hydraulic stability coefficient and therefore behaves differently in the dissipation of the wave energy that it receives.



(a) Parallelepiped and cube (b) Antifer cube (c) Seabee (d) Tetrapod (e) Dolosse (f) Accropode (g) Core-Loc (h) Accropode II (i) Xbloc (j) Cubipod

Distintos tipos de bloques.
Different types of blocks.

La búsqueda de nuevas formas de bloques con el objetivo de conseguir coeficientes de estabilidad elevados y la reducción de su coste ha dado lugar al desarrollo y utilización de diferentes tipos en todo el mundo. El bloque cúbico y el paralelepípedo se usan desde el siglo XIX así como una variante del cubo conocido como bloque “antifer”, que es un cubo ranurado. En 1950 aparecen los tetrápodos en Francia, en 1963 en Sudafrica se diseña el Dolo, usándose por primera vez en Inglaterra, el Acrópodo en 1980, también en Francia, y ya en las últimas dos décadas tenemos el Core-Loc en 1994 en EEUU, el Acrópodo II en 1999, el Xbloc en 2003 en Holanda y el Cubípodo en 2005 en España.

La rotura del dique de Sines, Portugal, en 1978 y el fallo del dique de San Ciprián, Lugo, en 1979, puso de relieve la importancia de la resistencia estructural del elemento, además de la estabilidad hidráulica.

Los bloques cúbicos de hormigón tienen un coeficiente de estabilidad bajo pero una elevada resistencia estructural y ventajas logísticas. Sin embargo, presentan poca fricción con la capa inferior y cuando se adoquinan aumentan los daños en el manto y se incrementan los rebases.

Las piezas desarrolladas después de Sines son elementos con mayores coeficientes de estabilidad y menos frágiles que el dolo, que pueden utilizarse en una sola capa. Existen otros tipos de piezas más esbeltas, con mayor KD (coeficiente de estabilidad hidráulico), que también pueden utilizarse en mantos monocapa con un ahorro de hormigón importante, sin embargo tienen una resistencia estructural baja que limita su tamaño máximo.

The search for new block shapes in order to achieve high coefficients of stability and to reduce costs has resulted in the development and use of different types of concrete armor units around the world. Cubic blocks and parallelepipeds have been used since the 19th century. In 1950, the Tetrapod was the first special concrete armor unit used in France, the Dolo was designed in South Africa in 1963, the Accropode was designed in 1980, again in France, and in the last two decades, the Core-loc (USA) has been designed in 1994, the Accropode II (FR) in 1999, the Xbloc (NL) in 2003, and the Cubipod (ES) in 2005.

The failures of the breakwater in Sines (Portugal, 1978), and the San Ciprián breakwater in Lugo (1979) highlighted the importance of the structural strength of the element, in addition to hydraulic stability.

La búsqueda de nuevas formas de bloques con el objetivo de conseguir coeficientes de estabilidad elevados y la reducción de su coste ha dado lugar al desarrollo y utilización de diferentes tipos en todo el mundo

The search for new block shapes in order to achieve high coefficients of stability and to reduce costs has resulted in the development and use of different types of concrete armor units around the world

Cubic concrete blocks have a low stability coefficient but high structural strength, in addition to logistical advantages. However, they do have low friction with the underlayer and face to face problems, increased damage in the armor layer and greater over-topping rates.

The concrete armor units developed after Sines are elements with high stability coefficients and high structural strength that can be used in single-layer armors. These bulky concrete armor units with high KD values (stability coefficient), can be used in single-layer armors, resulting in a significant savings in concrete, but their structural strength is low, which limits their maximum size.

Nacimiento del Cubípodo

Los investigadores Josep R. Medina y M. Esther Gómez-Martín del Laboratorio de Puertos y Costas (LPC) de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) diseñaron en 2005 el Cubípodo. Estaba basado en los elementos cúbicos o paralelepípedos tradicionalmente usados en España con objeto de mantener las ventajas del bloque cúbico tradicional, como la robustez y la facilidad de puesta en obra, pero corrigiendo sus desventajas, impidiendo el adoquinamiento, aumentando la fricción con la capa inferior y reduciendo las tensiones de tracción en el hormigón.

Esta pieza de forma cúbica, con protuberancias troncopiramidales en sus caras, tiene una elevada resistencia estructural y gran estabilidad hidráulica, permitiendo además su colocación en una o dos capas. Este diseño fue presentado por la UPV y admitido como patente de invención en España en 2005, patente posteriormente extendida a Europa, Argelia, Brasil, China, Estados Unidos, India, Japón, Marruecos y México.

En el primer semestre del año 2006 se realizaron en el LPC de la UPV ensayos preliminares de estabilidad hidráulica del Cubípodo obteniéndose excelentes resultados en comparación con el bloque cúbico convencional. Sin embargo, para poder utilizar con seguridad una nueva pieza, era necesario realizar una serie de ensayos muy costosos (estabilidad, rebase, morros, ensayos de caída de prototipos, robustez estructural, etc.) y resolver problemas tecnológicos importantes como diseñar un encofrado idóneo para incrementar los rendimientos de fabricación.

En otoño del año 2006, la UPV dio a conocer a las grandes constructoras españolas a través de SEOPAN los resultados obtenidos por el Cubípodo en laboratorio ofreciendo una propuesta de colaboración tecnológica a empresas constructoras interesadas que participen en el completo desarrollo de esta nueva pieza para su aplicación práctica.

De esta manera llega a SATO el conocimiento de este nuevo diseño de bloque. Desde el primer momento los técnicos de la filial del Grupo OHL intuyeron las grandes ventajas que supondría su utilización en obra frente al resto de tipos de bloques utilizados normalmente en los puertos españoles.

The birth of the Cubipod

Researchers Josep R. Medina and M. Esther Gómez-Martín of the Laboratory of Ports and Coasts (LPC) of the Universitat Politècnica de València (UPV) designed the Cubipod in 2005. It was based on the cubic or parallelepiped elements traditionally used in Spain in order to maintain the advantages of the traditional cubic block, such as strength and ease of installation, while correcting its disadvantages, preventing face-to-face fitting, increasing friction with the underlayer, and reducing tensile stress in the concrete.

This cube-shaped armor unit, with truncated squared pyramidal pods on its faces, has high structural strength and high hydraulic stability, and it can also be installed in a single or double layer. This design was presented by the UPV and accepted as a patented invention in Spain in 2005, with this patent later extended to Europe, Algeria, Brazil, China, USA, India, Japan, Morocco, and Mexico.

In the first half of 2006, the LPC of the UPV carried out preliminary hydraulic stability tests on the Cubipod, obtaining excellent results in comparison with conventional cubic blocks. However, in order to be able to safely use a new armor unit, a series of costly tests (trunk and roundhead hydraulic stability and overtopping tests, prototype drop tests, etc.) had to be carried out and significant technological issues had to be resolved, such as how to design an ideal formwork to increase production output.

In autumn of 2006, the UPV informed the large Spanish construction companies of the results obtained for the Cubipod in the laboratory through SEOPAN, offering a technological collaboration proposal to interested construction companies, which participate in the full development of this new concrete armor unit for practical application.

This was how SATO found out about this new block design. From the very beginning, the technical personnel of the OHL Group's subsidiary were aware of the advantages of the application of Cubipods in projects in comparison with the other types of blocks normally used in Spanish ports.

Los investigadores Josep R. Medina y M. Esther Gómez-Martín del Laboratorio de Puertos y Costas de la Universidad Politécnica de Valencia diseñaron en 2005 el Cubípodo

Researchers Josep R. Medina and M. Esther Gómez-Martín of the Laboratory of Ports and Coasts of the Universitat Politècnica de València designed the Cubipod in 2005

Esta pieza de forma cúbica, con protuberancias troncopiramidales en sus caras, tiene una elevada resistencia estructural y gran estabilidad hidráulica, permitiendo además su colocación en una o dos capas

This cube-shaped armor unit, with truncated squared pyramidal pods on its faces, has high structural strength and high hydraulic stability, and it can also be installed in a single or double layer

En mayo de 2007, la Universidad Politécnica de Valencia y SATO, con el apoyo del CDTI (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial), firman el primer convenio de colaboración para realizar el proyecto CUBIPOD (2007-2009) y la opción de compra de la licencia en exclusiva de la patente de invención.

Durante el desarrollo del proyecto de I+D+i se realizaron ensayos 2D de estabilidad hidráulica, de remonte y de rebase, 3D de estabilidad de morros y 2D de mantos monocapa, en distintos laboratorios nacionales y extranjeros. Los ensayos de caída, para evaluar la resistencia estructural, realizados con prototipos de 16 toneladas en el Puerto de Alicante, superaron en exigencia y resultados los ensayos realizados previamente con otros tipos de piezas.

En mayo de 2007, la Universidad Politécnica de Valencia y SATO, con el apoyo del CDTI, firman el primer convenio de colaboración para realizar el proyecto CUBIPOD (2007-2009) y la opción de compra de la licencia en exclusiva de la patente de invención

In May 2007, the Universitat Politècnica de València and SATO, with the support of the CDTI, signed the first collaboration agreement to carry out the CUBIPOD project (2007-2009) and the purchase option of the exclusive licenses of the invention patent

In May 2007, the Universitat Politècnica de València and SATO, with the support of the CDTI (Centre for Industrial Technological Development), signed the first collaboration agreement to carry out the CUBIPOD project (2007-2009) and the purchase option of the exclusive licenses of the invention patent.

During the development of the R&D&I project, 2D hydraulic stability, run-up and overtopping tests were carried out with single- and double-layer armors, as well as 3D roundhead hydraulic stability tests, in different Spanish and international laboratories. The prototype drop tests to evaluate the structural strength carried out with 16-tonne Cubipods in the Port of Alicante were more demanding and produced better results than the tests carried out previously with other types of concrete armor units.



Ensayo de caída de bloques.
Prototype drop tests.

Características técnicas

El Cubípodo ha mostrado unas características excelentes que se enumeran a continuación:

- Gran resistencia estructural y mayor resistencia al impacto que el bloque cúbico (ha resistido caídas sobre plataforma rígida desde más de 3 m de altura).
- Manipulación sencilla y segura con pinzas de presión.
- Acopio en parque muy eficiente, de alta densidad, con disposición cerrada (porosidad media 30%).
- Colocación aleatoria con pinzas de presión muy fácil en obra (mejor que el bloque cúbico y mucho mejor que otras piezas que precisan de eslingas).
- Sencillo de fabricar, manipular y almacenar (similar al bloque cúbico).

Technical characteristics

Cubipods have been found to have excellent characteristics, as described below:

- High structural strength and greater impact resistance than cubic blocks (Cubipods have withstood impacts of drops from more than 3 m above the free-fall rigid platform).
- Simple and safe handling with pressure clamps.
- Very efficient and high-density stockpiling with closed arrangement (average porosity 30%).
- Random placement at the project site is very easy using pressure clamps (better than cubic blocks and much better than other pieces that require slings).
- Simple to produce, handle, and store (similar to cubic blocks).

- Elevada estabilidad hidráulica 2D en una y dos capas (mucho más estable que el cubo en mantos bicapa y similar a las piezas “bulky” como Accropode, Core-Loc y Xbloc en mantos monocapa).
- Mayor estabilidad hidráulica 3D en morros que el bloque cúbico.
- Menor remonte y rebase que el bloque cúbico.
- No se adoquina y genera mayor fricción con la capa inferior.
- Permite la colocación en una o dos capas.

Los técnicos de SATO diseñaron en el año 2007 y construyeron en el 2008 un encofrado metálico para la fabricación de los primeros prototipos de cubípodos de 16 toneladas. Se comprobó que el nuevo bloque era sencillo de fabricar, fácil de manipular y acopiar y permitía desmoldar a las seis horas de fraguado. Es decir, unas características logísticas similares a las del bloque cúbico convencional.

Los técnicos de SATO diseñaron en el año 2007 y construyeron en el 2008 un encofrado metálico para la fabricación de los primeros prototipos de cubípodos de 16 toneladas

In 2007, SATO's technicians designed a metal formwork for the production of the first 16-tonne Cubipod prototypes, which were constructed in 2008

- High hydraulic stability of trunk in single- and double-layer armors (much more stable than cubes in double-layer and similar to “bulky” units such as Accropode, Core-Loc, and Xbloc in single-layer).
- Greater 3D hydraulic stability than cubic blocks in roundheads.
- Lower run-up and overtopping rates than cubic blocks.

- No face-to-face fitting and higher friction with the underlayer.
- Allows use in single- or double-layer armors.

In 2007, SATO's technicians designed a metal formwork for the production of the first 16-tonne Cubipod prototypes, which were constructed in 2008. The new unit was found to be simple to produce, easy to handle and stockpile

and it could be removed from the mold after six hours of curing. In other words, logistical characteristics of Cubipods are similar to those of conventional cubic blocks.



Las pruebas de resistencia a las que fueron sometidos cubos y cubípodos en los ensayos de caída y volteo de prototipos permiten afirmar que la forma geométrica del Cubípodo le confiere una robustez estructural similar a la del bloque cúbico convencional con mayor resistencia a los impactos durante la manipulación, colocación y vida útil en obra.

Los resultados de los ensayos realizados en el LPC-UPV, el INHA (Instituto Nacional de Hidráulica Aplicada), IHC (Instituto Hidráulico de Cantabria), AAU (Universidad de Aalborg-Dinamarca), la ETSICCP-UPM (Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid) y el laboratorio de puertos de la Escuela de Ingenieros de

La forma geométrica del Cubípodo le confiere una robustez estructural similar a la del bloque cúbico convencional con mayor resistencia a los impactos durante la manipulación, colocación y vida útil en obra

Geometrical shape of Cubipod gives a structural strength similar to that of conventional cubic blocks, with greater impact resistance during handling and placement, and also during its lifetime

Free falls and overturning tests at prototype scale confirmed that geometrical shape of Cubipod gives a structural strength similar to that of conventional cubic blocks, with greater impact resistance during handling and placement, and also during its lifetime.

The results of the tests carried out in the LPC-UPV, the INHA (National Institute of Applied Hydraulics), IHC (Hydraulic Institute of Cantabria), AAU (University of Aalborg-Denmark), the ETSICCP-UPM (Advanced Civil Engineering School of the Polytechnic University of Madrid) and in the ports laboratory of the Civil Engineering School of La Co-

ruña, are consistent and clearly indicate the higher

FABRICACIÓN Y ACOPIO DE CUBÍPODOS CUBIPODS PRODUCTION AND STACKING



Plataforma de encofrado.
Formwork base plate.



Encofrados de Cubípodos.
Cubipod formwork.



Hormigonado de cubípodos.
Concrete filling of Cubipods formwork.



Inicio del desencofrado.
Start of formwork removal.



Finalización del desencofrado.
End of formwork removal.



Cubípodos desencofrados.
Cubipods and formwork.



Manejo de cubípedo.
Cubipod handling.



Acopio de cubípedo.
Cubipod stacking.

Caminos de la Coruña, son consistentes y señalan con claridad la mayor estabilidad hidráulica del Cubípodo frente al cubo, además de mostrar una considerable flexibilidad y capacidad de autorreparación del manto. A todo ello hay que añadir la influencia del factor de rugosidad en el remonte y los caudales de rebase, que en el caso del Cubípodo hace que su uso permita reducir la cota de coronación.

En lo que se refiere al procedimiento constructivo del manto principal de un dique en talud, es importante destacar la gran facilidad de colocación del Cubípodo en obra, comparada con la de otros tipos de bloques, garantizando una mejor calidad de la obra ejecutada realizada en menos tiempo. Para colocar bloques cúbicos aleatoriamente y con una porosidad previamente definida, se requiere una gran habilidad y especialización de los operarios (gruistas). En el caso del Cubípodo esto no es necesario debido a su cualidad de auto-colocación, podríamos decir que puede colocarse casi “a ciegas”. Para la correcta colocación de otras piezas esbeltas como los acrópodos, tetrápodos, x-blocs, core-locs, se requiere la utilización de cables o eslingas así como de personal marítimo (buzos) de apoyo muy especializado y los rendimientos son bajos en comparación con la colocación de cubípodos con pinzas de presión.

Ventajas económicas

Para garantizar la viabilidad económica del Cubípodo se ha realizado un estudio paramétrico de costes, analizando las distintas partidas que intervienen en la fabricación y puesta en obra de las piezas del manto principal.

En la comparación con otras piezas se han considerado múltiples condicionantes y aspectos logísticos, especialmente los relativos a los siguientes procesos: 1) suministro de hormigón, 2) equipos fijos de manipulación -pinzas y encofrados, cuya repercusión depende del volumen de obra a acometer-, 3) fabricación -en función del equipo humano y material necesario y de la producción diaria óptima en cada caso-, 4) preparación de la instalación para la fabricación de bloques -cuya repercusión depende del volumen de obra a acometer-, 5) colocación, -que depende de los pesos de las piezas y de la geometría del dique, que condicionan las grúas y los medios de transporte-, 6) el acopio y manipulación, muy dependiente de la compactidad del parque y de los ritmos de fabricación y colocación.

Para un dique de tamaño medio, unos 1.000 m de longitud, se concluye que los mantos convencionales de cubos bicapa pueden sustituirse, aumentando la seguridad, por mantos bicapa de cubípodos, con ahorros económicos superiores al 15% y por mantos monocapa de cubípodos con ahorros superiores al 40%.

hydraulic stability of the Cubipod in comparison with cubes, in addition to showing considerable flexibility and capacity for armor auto-repairing. Additionally, the influence of the Cubipod roughness factor on the run-up and the overtopping rates means that the breakwater crest elevation can be reduced.

It is important to note how easily Cubipods can be placed on the armor layer, compared with other types of blocks, guaranteeing higher quality of the executed works done in less time. Highly skilled and specialized crane operators are required to place cubic blocks randomly with a given porosity. In the case of Cubipods, this is not necessary because of their self-arranging qualities. You could say that they can position themselves almost blindly. The correct placement of other armor units such as Accropode, Tetrapod, Xbloc, Core-Loc, etc. requires the use of cables or slings and highly skilled divers, and the placement rates are very low in comparison with the placement of Cubipods with pressure clamps.

Economic advantages

To guarantee the economic viability of the Cubipod, a parametric cost study was done; the different areas involved in its production and placement of the units in the armor layer were analyzed.

The comparison with other units considered multiple factors and logistical aspects, especially those related to the following processes: 1) concrete supply, 2) fixed handling equipment -clamps and formwork, with repercussions depending on the volume of work to be undertaken-, 3) production -depending on the human and material resources needed and the optimum daily production levels in each case-, 4) preparation of the installation for block production -with repercussions depending on the volume of the project to be undertaken-, 5) placement -which depends on the weight of the pieces and the geometry of the breakwater, which are conditioned by the cranes and the transport equipment-, 6) stacking and handling, which is highly dependent on the compactness of the stockpile and the production and placement rates.

For an average size breakwater -approximately 1,000 meters long-, it was concluded that a conventional double-layer cube armor can, for increased safety, be replaced by double-layer Cubipod armor (costs reduced by more than 15%) or single-layer Cubipod armor (costs reduced by more than 40%).

En comparación con los elementos cúbicos o paralelepípedos tradicionales, se pueden utilizar cubípodos mucho más pequeños para resistir los mismos temporales, por lo que se reduce el volumen de hormigón requerido para la construcción del dique con el consiguiente ahorro económico y reducción de la huella energética y del carbono.

Desde SATO, con base tanto en los factores anteriormente enunciados como en la experiencia acumulada durante más de 80 años realizando obras marítimas, podemos afirmar y concluir que el uso del nuevo bloque Cubípodo en los mantos de protección de diques en talud genera importantes ventajas económicas, medio ambientales y logísticas, frente al bloque cúbico convencional.

Premios y reconocimientos

SATO conjuntamente con la Universidad Politécnica de Valencia ha venido participando desde el año 2008 en numerosos congresos de obras marítimas, tanto a nivel nacional como internacional, divulgando la calidad y ventajas que supone el uso de este nuevo bloque frente a soluciones anteriores. Existen ya, asimismo, bastantes publicaciones en las revistas científicas especializadas sobre el Cubípodo. Además, esta innovación tecnológica ha recibido importantes reconocimientos.

En el marco de la celebración de la 39 edición del Salón Internacional de Inventiones de Ginebra (abril 2011), la feria más grande del mundo en su género, SATO ha sido premiada con la Medalla de Oro con mención de honor, reconocimiento adicional que se ha concedido en contadas ocasiones, por el Cubípodo.



In comparison with traditional cubic or parallelepiped elements, much smaller Cubipods can be used to withstand the same storms, which reduces the volume of concrete required to construct the breakwater, with the consequent economic savings and the reduction of the energy and carbon footprints.

El uso del nuevo bloque Cubípodo en los mantos de protección de diques en talud genera importantes ventajas económicas, medio ambientales y logísticas, frente al bloque cúbico convencional

The use of the new Cubipod block in armor layers of mound breakwaters generates significant economic, environmental, and logistical advantages, in comparison with conventional cubic blocks

From SATO, based on the aforementioned factors as well as the experience of more than 80 years of marine works, we can affirm and conclude that the use

of the new Cubipod block in armor layers of mound breakwaters generates significant economic, environmental, and logistical advantages, in comparison with conventional cubic blocks.

Awards and recognition

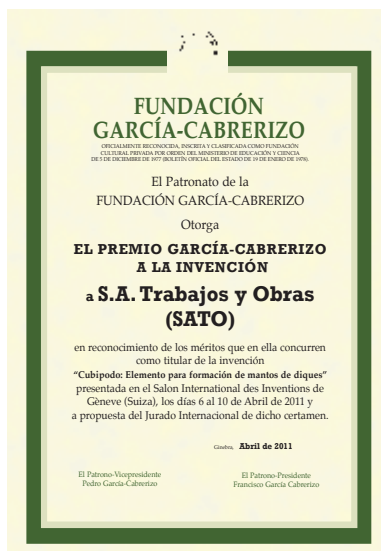
Since 2008, SATO has been participating with the Universitat Politècnica de València (UPV) in numerous national and international marine works conferences, describing the quality and advantages of the use of this new block in comparison with other solutions. There are now also quite a few papers on the Cubipod published in scientific journals. This technological innovation has also received international recognition.

At the 39th International Exhibition of Inventions in Geneva (April 2011), the largest trade fair of this type in the world, SATO received the Gold Medal, with honors for the Cubipod, which is an additional recognition that has been awarded on just a few occasions.



SATO ha sido premiada con la Medalla de Oro con mención de honor, reconocimiento adicional que se ha concedido en contadas ocasiones, por el Cubípodo. La Agencia de patentes española García-Cabrerizo le otorgó el premio al mejor invento español de 2011

SATO received the Gold Medal, with honors for the Cubipod, which is an additional recognition that has been awarded on just a few occasions the Spanish patent agency García-Cabrerizo awarded it the award for best Spanish invention out of 2011



Además la agencia de patentes española García-Cabrerizo le otorgó el premio al mejor invento español de todos los presentados en 2011. Por este motivo, su presidente, Francisco García-Cabrerizo, hizo entrega a la filial del Grupo OHL de la distinción correspondiente en el salón de actos del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).



Premio al Cubípodo.
Cubipod award.

Premios Nacional de Innovación

Después de cuatro años de trabajos de investigación y ensayos, desde que la Universidad Politécnica de Valencia y SATO firmaran en 2007 el acuerdo para el desarrollo de los trabajos de I+D+i del Cubípodo, esta invención tendrá su primera aplicación real en la obra de construcción del nuevo dique de San Andrés, cuyo objetivo es el abrigo de la dársena de poniente del Puerto de Málaga para la disposición de las nuevas instalaciones pesqueras y de recreo.

El concurso convocado por la Autoridad Portuaria rompía la tendencia habitual, admitiéndose por primera vez variantes al tipo de elemento que compone el manto exterior del dique de abrigo del Proyecto Base, permitiendo así la consideración de elementos innovadores que pudieran aportar ventajas. El pliego explicitaba que no sólo se permitirían estas variantes, sino que se valorarían positivamente las posibles mejoras técnicas, constructivas o estéticas.

El objetivo principal de este proyecto es construir un dique muy flexible que sea capaz de funcionar correctamente con grandes asientos globales y diferenciales a largo plazo. La cota de coronación del dique se había establecido para que los caudales de rebase fueran admisibles. Además, la propuesta debía reducir los costes de construcción, minimizar el consumo de hormigón y garantizar una elevada estabilidad hidráulica frente a los temporales.

Después de cuatro años de trabajos de investigación y ensayos Cubípodo tendrá su primera aplicación real en la obra de construcción del nuevo dique de San Andrés del Puerto de Málaga

After four years of research work and testing Cubipod will have its first real application in the construction project of the new San Andrés breakwater Port of Málaga

Also, the Spanish patent agency García-Cabrerizo awarded it the award for best Spanish invention out of all those entered in 2011. For this reason, the agency's president, Francisco García-Cabrerizo, presented the OHL Group's subsidiary with the corresponding award in the auditorium of the Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).



Pedro Rodríguez Inciarte, presidente de SATO, en el acto de entrega de los premios de la Fundación García-Cabrerizo.
Pedro Rodríguez Inciarte, SATO's CEO, at the presentation ceremony of the García-Cabrerizo Foundation awards.

National Award for Innovation

After four years of research work and testing, since the Universitat Politècnica de València (UPV) and SATO signed the agreement in 2007 to develop the R&D&I work on the Cubipod, this invention will have its first real application in the construction project of the new San Andrés breakwater, whose purpose is to protect the western dock of the Port of Málaga for the new fishing and marina installations.

The public request for tenders called by the Port Authority broke with the normal trends, for the first time allowing variations of the type of element in the breakwater armor layer of the Base Project, thus allowing the consideration of innovative elements that could provide advantages. The terms and conditions specified that not only were these variations allowed, but also that the possible technical, construction, or aesthetic improvements would be evaluated positively.

The main purpose of this project is to build a very flexible breakwater that is able to function correctly with large long-term overall and differential settling. The top of the breakwater crest had been established to allow acceptable overtopping rates. Also, proposals were required to reduce construction costs, minimize concrete consumption, and guarantee a high degree of hydraulic stability in response to design storm.

En los estudios previos para encontrar la mejor solución para dicho proyecto, el cubípodo, comparado con otras piezas alternativas, presentaba algunas características que lo convertían en la pieza idónea: 1) capacidad de reordenación frente a movimientos de piezas inducidos por el oleaje o los asentamientos diferenciales, 2) porosidad uniforme con poca variabilidad espacial y temporal debida al oleaje o los asentamientos, 3) estabilidad hidráulica por gravedad, 4) estabilidad hidráulica elevada frente al bloque cúbico convencional, que supone menor consumo de hormigón y menores cargas sobre el terreno, 5) elevada resistencia estructural frente a las piezas “bulky”, intermedias entre las esbeltas y las masivas, 6) manipulación segura con pinzas de presión, 7) fácil colocación aleatoria, 8) ausencia de adoquinamiento significativo a corto y largo plazo, 9) bajos caudales de rebase y 10) dos puestas al día del encofrado, acopio eficiente y otras ventajas logísticas.

De manera que SATO propuso el Cubípodo como elemento constituyente del manto principal del dique de San Andrés, resultando aceptada su oferta y adjudicada la obra.

Antes de empezar la obra se realizaron nuevos ensayos en modelo reducido 3D y a escala 1:36 los cuales se llevaron a cabo en el CEPYC (Centro de Experimentación de Puertos y Costas), dependiente del CEDEX (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas). Con los resultados obtenidos se pudo optimizar la solución reduciendo sensiblemente el consumo de hormigón y el número de bloques de 15 toneladas previsto inicialmente.

Hasta finales de junio se han fabricado los 6.000 bloques de 6 toneladas de peso y las 250 unidades de 15 toneladas, que constituyen la totalidad de las piezas previstas y próximamente se iniciará la colocación de los primeros bloques del manto. Se puede apreciar en la foto el aspecto espectacular que presenta el parque de fabricación y de acopio de los bloques.

In the preliminary studies to find the best solution for the project, the Cubipod, in comparison with other alternatives, presented certain characteristics that made it the ideal option: 1) the capacity to reorganize in response to movements of pieces caused by waves or differential settling; 2) uniform porosity with little spatial and temporal variability due to wave action or settling; 3) gravity-induced hydraulic stability; 4) high hydraulic stability in comparison to conventional cubic blocks, which results in lower consumption of concrete and smaller loads on the ground; 5) high degree of structural strength in comparison with bulky and slender units; 6) safe handling with pressure clamps; 7) easy random placement; 8) absence of significant face-to-face fitting in the short and long term; 9) low overtopping rates, and 10) two units per day and formwork, efficient stacking in the block yard, and other logistical advantages.

SATO proposed the Cubipod as the element for the armor layer of the San Andrés breakwater and its proposal was accepted and it received the contract for the project.

Before the project was started, new 1:36 small-scale tests were carried out at the 3D basin of the CEPYC (Centre for Port and Coastal Experimentation), which is part of the CEDEX (Centre for Public Works Studies and Experimentation). The results that were obtained made it possible to optimize the solution by significantly reducing the concrete consumed and the number of 15-tonne Cubipods initially planned.

By the end of June, 6,000 six-tonne and 250 fifteen-tonne Cubipods had been produced, representing all of the units that have been planned. The placement of the first Cubipods of the armor layer will begin soon. The photo shows the spectacular appearance of the block production and stockpile yard.



Parque de fabricación y acopio de cubípodos en el puerto de Málaga.
Cubipod production and stockpile yard in the Port of Málaga.

El Ministerio de Ciencia e Innovación distinguió a la Autoridad Portuaria de Málaga por este proyecto de “Abrigo Exterior de la Dársena de San Andrés”, donde la utilización de este nuevo elemento para conformar el manto de diques en talud ha sido determinante. Le fue concedido el Premio Nacional a la Compra Pública Innovadora y se hizo entrega del mismo en un acto presidido por Su Majestad la Reina el pasado 22 de marzo en Bilbao.

Posibilidades de mercado

La pieza ha resultado de gran interés tanto dentro como fuera de España, en entornos académicos como empresariales. El reto principal es introducirlo en el mercado. Debemos superar la costumbre que existe en nuestro país de usar los mantos bicapa de bloques cúbicos para los diques; un diseño razonable hace unos años, pero carente de sentido en la actualidad, cuando ya hay más de 200 diques monocapa de piezas especiales construidos por todo el mundo.

Desde el Ministerio de Economía y Competitividad son conscientes de que es necesario fomentar la práctica de que en las licitaciones de obras oficiales se abra la posibilidad de introducir innovaciones importantes en el sector portuario y en este sentido están trabajando. Se fomentará, de esta manera, la investigación e innovación en el seno de las empresas, facultándolas para ofrecer mejores soluciones y resultar más competitivas dentro y fuera de España.

The Ministry of Science and Innovation recognized the Málaga Port Authority for this project of the “Abrigo Exterior de la Dársena de San Andrés”, in which the use of this new element to form the armor layer of mound breakwaters was a determining factor. It was awarded the National Award for Innovative Public Procurement, which was presented at a ceremony presided by Her Majesty the Queen on 22nd March in Bilbao.

Market possibilities

The Cubipod armor unit has raised significant interest both in Spain and abroad, in academic and corporate sectors. The biggest challenge is introducing it into the market. We have to overcome the Spanish tradition of using double-layer cubic block armors for breakwaters. This design was reasonable many years ago, but makes no sense today, when there are more than 200 single-layer armored breakwaters using bulky concrete armor units around the world.

Ministry of Economy and Competitiveness is favorable to the practice of opening official works contract bidding to the possibility of important innovations in the port sector; therefore, The Sub-Directorate is working to achieve this. This will promote research and innovation within companies, enabling them to offer better solutions and making them more competitive in Spain and abroad



Acopio de cubípodos en el puerto de Málaga.
Stockpile yard in the Port of Málaga.

Autor del artículo:
Moisés Santos Huertes. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
Director Técnico de SATO.

Written by:
Moisés Santos Huertes. Civil Engineer.
Technical Director of SATO.





Mayakoba, un referente en sostenibilidad

Mayakoba, a benchmark in sustainability

Manglar.
Mangrove swamp.



El complejo hotelero recibe los máximos honores de la Organización Mundial de Turismo y de Rainforest Alliance

Hotel complex receives top honors from the World Tourism Organization and the Rainforest Alliance

Mayakoba, un referente en sostenibilidad *Mayakoba, a benchmark in sustainability*

El desarrollo turístico Mayakoba, impulsado por OHL Desarrollos en la Riviera Maya mexicana, ha sido reconocido por la Organización Mundial de Turismo (OMT) y Rainforest Alliance con sus máximos galardones en la edición del pasado año 2011: los premios Ulysses y Sustainable Standard-Setter, respectivamente.

Ambos galardones reconocen a las empresas y los desarrollos turísticos que destacan por su fuerte compromiso por la sostenibilidad, la conservación, la mejora del medio ambiente y el apoyo a las comunidades locales. La concesión a Mayakoba reconoce la posición de este desarrollo en México y en el sector turístico internacional como referente entre los destinos sostenibles y responsables con el medio ambiente.

The Mayakoba Tourism Development, developed by OHL Desarrollos in the Mexican Riviera Maya, has been recognized by the World Tourism Organization (UNWTO) and the Rainforest Alliance with the top awards of both organizations in the 2011 editions of the Ulysses and Sustainable Standard-Setter Awards, respectively.

Both awards recognize companies and tourist developments which stand out for their strong commitment to sustainability, conservation, environmental improvement and support to local communities. These awards recognize Mayakoba's position in Mexico and in the international tourism industry as a standard for sustainable and environmentally responsible development.



Banyan Tree Mayakoba.

La OMT ha otorgado su premio Ulysses 2011 a este desarrollo turístico de la Riviera Maya en la categoría Innovación en las Empresas. Estos premios se conceden a iniciativas y proyectos de instituciones públicas, empresas turísticas y organizaciones sin ánimo de lucro que hayan realizado una aportación al progreso del turismo a través de la innovación y en sintonía con los objetivos de Desarrollo del Milenio de las Naciones Unidas.

Mayakoba was chosen for the UNWTO 2011 Ulysses Award in the Business Innovation category. These awards are given to initiatives and projects of public institutions, tourism businesses and nonprofit organizations that have made an important contribution to the advancement of tourism through innovation and in line with the United Nations Millennium Development Goals.

Por su parte, Rainforest Alliance ha galardonado a Mayakoba y a sus tres hoteles –Fairmont Mayakoba, Rosewood Mayakoba y Banyan Tree Mayakoba– con el premio Sustainable Standard-Setter. OHL Desarrollos y estos hoteles trabajan desde el mes de junio de 2010 con esta organización internacional para implantar en Mayakoba prácticas turísticas sostenibles, conforme a los criterios globales de turismo sostenible.

Rainforest Alliance ha galardonado a Mayakoba y a sus tres hoteles –Fairmont Mayakoba, Rosewood Mayakoba y Banyan Tree Mayakoba– con el premio Sustainable Standard-Setter

The Rainforest Alliance honored the Mayakoba Tourism Development and its three hotels –the Fairmont Mayakoba, Rosewood Mayakoba and Banyan Tree Mayakoba– with the Sustainable Standard-Setter Award

The Rainforest Alliance, meanwhile, honored the Mayakoba Tourism Development and its three hotels –the Fairmont Mayakoba, Rosewood Mayakoba and Banyan Tree Mayakoba– with the Sustainable Standard-Setter Award. OHL Desarrollos and these hotels have been working with this international organization since June 2010 to implement sustainable tourism practices in Mayakoba under the Global Sustainable Tourism Criteria.



Fairmont Mayakoba.



Rosewood Mayakoba.

Estos premios se unen a muchos otros otorgados a Mayakoba que ha obtenido la evaluación más alta dada por las autoridades ambientales de México. Así, la secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales ha reconocido a Mayakoba como un modelo de referencia medioambiental para el turismo en su país.

Ecosistemas y recursos naturales

El Grupo OHL está desarrollando el complejo turístico Mayakoba en la Riviera Maya mexicana, en el Estado de Quintana Roo. El proyecto se está ejecutando en dos fases sobre una superficie total de 650 hectáreas ubicadas en la zona costera central del Caribe mexicano, donde existen unos ecosistemas de gran valor ecológico y frágil equilibrio, con una gran diversidad de flora y fauna, como es el caso de la selva, los manglares, las dunas, las playas y el ecosistema del arrecife.

These awards join other awards given to Mayakoba, which also obtained the highest evaluation given by the environmental authorities of Mexico. The Secretariat of the Environment and Natural Resources has recognized Mayakoba as a benchmark environmental model for tourism in their country.

Ecosystems and natural resources

The Mayakoba tourism development was developed by OHL Group on the Mexican Riviera Maya in the State of Quintana Roo. The project is being implemented in two phases over a total area of 649.7 hectares located in the central coastal area of the Mexican Caribbean. This is an area with a valuable ecosystems and fragile ecological balance due to the great diversity of flora and fauna, such as of the rainforest, mangroves, sand dunes, beaches and the reef ecosystem.



Canal de Mayakoba.
Mayakoba canal.



Reconociendo la importancia de estos ecosistemas y recursos naturales, OHL Desarrollos se esforzó desde el primer momento en aplicar la protección del medio ambiente y la sostenibilidad como el tema central de Mayakoba. Con esto en mente, OHL Desarrollos reunió a un equipo multidisciplinario compuesto por los mejores expertos mexicanos e internacionales en el entorno de la planificación urbana y el turismo, derecho, diseño arquitectónico, geología, hidrogeología, viabilidad financiera, diseño de campo de golf y los procesos de construcción, entre otros, para el diseño del proyecto.

El principio que inspiró la planificación del medio ambiente y el desarrollo de Mayakoba fue el respeto a las zonas de dunas, manglares y bosques, manteniendo la calidad medioambiental. Las instalaciones del hotel se encuentran a más de 600 metros de la playa y detrás de los manglares, para la recuperación de los cuales se diseñó un sistema de lagunas de canales artificiales y vías navegables, que abarca 25 hectáreas y 13 kilómetros de longitud.

OHL Desarrollos se esforzó desde el primer momento en aplicar la protección del medio ambiente y la sostenibilidad como el tema central de Mayakoba

OHL Desarrollos strove from the first moment to apply environmental protection and sustainability as the central theme for Mayakoba

Recognizing the importance of these ecosystems and natural resources, OHL Desarrollos strove from the first moment to apply environmental protection and sustainability as the central theme for Mayakoba. With this in mind, OHL Desarrollos brought together a multidisciplinary team comprised of the best Mexican and international experts in the environment, urban planning and tourism, law, architectural design, geology, hydrogeology, financial viability, golf course design and construction processes, among others, for the design of the project.

Respect for the dune areas, mangrove and forest with good environmental quality is the principle which inspired the environmental planning and development of Mayakoba. The hotel facilities are located more than 600 m from the beach and behind the mangroves, for the recovery of which a lagoon system of artificial canals and navigable waterways, covering 25 hectares and measuring 13 km in length, was designed and built.



Gracias a este esfuerzo OHL Desarrollos ha hecho del manglar de Mayakoba la mejor estructura de los bosques en la Riviera Maya Mexicana, de acuerdo con los criterios de calidad medioambiental más exigentes. El número de especies de aves, peces, reptiles, crustáceos y moluscos que han hecho de Mayakoba su hábitat natural ha aumentado de 70 a 200 especies justo después de este procedimiento. Además, el manglar ha pasado de ser básicamente del tipo enano-cuenca de menos de dos metros a contar con longitudes de unos cuatro metros.



Mayakoba.

Sostenibilidad y oferta de lujo y confort

Mayakoba combina sostenibilidad y medio ambiente con una oferta de lujo y confort. Ya tiene en servicio tres hoteles de grupos de prestigio mundial: Fairmont, primer operador de hoteles de lujo en Norteamérica; Rosewood, considerado el primer gestor de pequeños hoteles de gran lujo en el mundo, y Banyan Tree, operador de referencia en hoteles de lujo en el continente asiático. Además, OHL Desarrollos se encuentra actualmente en avanzadas negociaciones con dos importantes grupos hoteleros y socios inversores sobre los dos últimos proyectos de esta primera fase.

Mayakoba también cuenta con el campo de golf El Camaleón diseñado por Greg Norman que lo concibió pensando en las ligas mayores americanas. Tiene un par 72 y a lo largo de sus 6,5 kilómetros recorre tres escenarios diferentes: manglar, selva tropical y costa, lo que le convierte en un campo único en el mundo. Se inauguró en junio de 2005 y desde febrero de 2007 es el escenario del Mayakoba Golf Classic, primer torneo oficial del US PGA Tour que se celebra fuera de Estados Unidos y Canadá.

Thanks to this effort OHL Desarrollos has made the Mayakoba mangrove swamp into the best forest structure, with the highest environmental quality, in the Mexican Riviera Maya. The number of species of birds, fish, reptiles, crustaceans and mollusks that have turned the Mayakoba into their natural habitat has risen to 200 from 70 just prior to these proceedings. In addition, the mangrove swamp has gone from being basically dwarf-basin type, with lengths of less than two meters, to the fringe-basin type, with lengths of about four meters.



Manglar.
Mangrove swamp.

Sustainability with a maximum range of luxury and comfort

Mayakoba combines environmental sustainability with a maximum range of luxury and comfort for its customers. There are already three hotels from the world's most prestigious groups: Fairmont, leading luxury hotel operator in North America, Rosewood, considered the leading operator of small luxury hotels in the world, and Banyan Tree, the leading operator of luxury hotels in Asia. Furthermore, OHL Desarrollos is in advanced negotiations with two major hotel groups and investment partners regarding the last two projects in this first phase.

Mayakoba also has The Camaleon golf course designed by Greg Norman, who designed it thinking of the American major leagues. It is par 72 and its 7,067 yards runs through three different scenarios: mangrove, rainforest and coast, making it a unique course in the world. The golf course was inaugurated in June 2005 and since February 2007 has been the host of the Mayakoba Golf Classic, the first official tournament of the U.S. PGA Tour to be held outside U.S. and Canada.



Campo de golf El Camaleón.
The Camaleon golf course.

OHL, diez años impulsando la RSC

OHL, 10 years boosting Corporate Social Responsibility

El Grupo OHL lleva trabajando e impulsando desde 2003 la gestión de la Responsabilidad Social Corporativa (RSC). Durante este tiempo, el Servicio de RSC del Grupo, ubicado en la Dirección de Innovación y Sostenibilidad de la compañía, ha mantenido el objetivo último de dotar a la empresa de la estructura de gestión y herramientas necesarias para desarrollar su compromiso con la sostenibilidad.

Partiendo de esta premisa, en 2010 se aprobaron el Código Ético del Grupo OHL y el Plan Director de RSC 2010-2014, que vertebran desde entonces todos los esfuerzos de la compañía encaminados a conseguir que su negocio se desarrolle bajo unos principios comunes de RSC, teniendo en cuenta la diversidad de espacios en los que actúa y su relación con los distintos grupos de interés.

Principales compromisos sociales y ambientales suscritos

- Declaración Universal de Derechos Humanos de las Naciones Unidas
- Pacto Mundial de Naciones Unidas
- Objetivos de Desarrollo del Milenio de Naciones Unidas
- Declaración tripartita de principios sobre las empresas multinacionales y la política social de la OIT
- Líneas Directrices de la OCDE para Empresas multinacionales
- Global Reporting Initiative

Revisión del Código Ético del Grupo OHL

Durante el ejercicio 2011 se ha desarrollado un trabajo de revisión interna del Plan Director de RSC 2010-2014 con el fin de garantizar la utilidad estratégica del Plan y su capacidad para alcanzar los objetivos marcados, lo que supuso la introducción de nuevas líneas de trabajo y la consideración de nuevos proyectos.

Por otra parte, se ha llevado a cabo una revisión del Código Ético, aprobado en enero de 2012 por el Consejo de Administración, con el objetivo principal de ampliar el alcance e incluir nuevas pautas de comportamiento. Además, se ha introducido un nuevo órgano de salvaguarda, el Comité de Prevención, que elaborará y mantendrá actualizado el mapa de riesgos penales del Grupo, proponiendo a la Comisión de Auditoría, Cumplimiento y RSC la adopción de las medidas y controles que considere necesarios.

Ever since 2003 the OHL Group has been working and boosting on managing Corporate Social Responsibility (CSR). During this entire time, the Group CSR Service, under the company Innovation and Sustainability Management, has maintained the ultimate objective of providing the company with the management structure and tools it requires in order to develop its commitment to sustainability.

On the basis of this premise, in 2010 the Code of Conduct and the 2010-2014 CSR Master Plan were approved, and since then they have formed the backbone of all of the company efforts aimed at having its business developed under common CSR principles, taking into account the diverse areas in which it acts and its relation with the various stakeholders.

Principal social and environmental commitments subscribed

- United Nations Universal Declaration of Human Rights
- United Nations Global Compact
- United Nations Millennium Development Goals
- ILO Tripartite Declaration of Principles concerning multinational enterprises and social policy
- OECD Guidelines for Multinational Enterprises
- Global Reporting Initiative

Revision of the Code of Conduct of the OHL Group

During 2011 work was carried out on the internal revision of the 2010-2014 CSR Master Plan in an aim to ensure the strategic usefulness of the Plan and its capacity to reach the defined goals, which entailed the introduction of new lines of work and the consideration of new projects.

Moreover, a revision was carried out of the Code of Conduct of the OHL Group, approved in January 2012 by the Board of Directors, with the principal aim of broadening the scope and including new conduct guidelines. Moreover, a new safeguard, the Prevention Committee, was introduced, and will be in charge of drawing up and keeping up to date the criminal risk map of the Group, proposing to the Audit, Compliance and CSR Committee the adoption of any measures and controls which it deems necessary.

En marzo de 2011 se produjo un hito importante en el impulso de la RSC entre los máximos órganos de decisión del Grupo: el Consejo de Administración decidió que la Comisión de Auditoría y Cumplimiento pase a denominarse Comisión de Auditoría, Cumplimiento y RSC, asignando así las funciones de impulso y seguimiento de la política de RSC a esta comisión del Consejo.

De cara a 2012 se ha planteado trabajar en la definición de un Plan de Comunicación de RSC orientado tanto a la comunicación interna como externa de los principales esfuerzos y progresos en RSC.

En el ámbito de la gestión de los RRHH está previsto seguir trabajando en los temas de igualdad de oportunidades, la conciliación de la vida profesional y familiar y en el desarrollo de un análisis del estado del cumplimiento de los Derechos Humanos en el Grupo con el fin de verificar el grado de alineamiento de la gestión de las distintas actividades a la política de RSC y a los 10 Principios del Pacto Mundial de Naciones Unidas.

Plan director de RSC 2010-2014

LÍNEAS DE TRABAJO DEL GRUPO OHL EN RELACIÓN CON LA GESTIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD

- Ampliación del alcance de las políticas de RSC
- Gestión de RSC cada vez más estratégica
- Comunicación de los avances en la gestión de la sostenibilidad

LÍNEAS DE TRABAJO DEL GRUPO OHL EN RELACIÓN A LA GESTIÓN RESPONSABLE DE RECURSOS HUMANOS

- Igualdad de oportunidades
- Comportamiento ético y Derechos Humanos
- Seguridad y salud
- Formación, desarrollo profesional y conciliación
- Cultura común e innovación
- Voluntariado corporativo
- Diálogo con los empleados

La realización de este seguimiento ha sido aprobada por el Comité de Sostenibilidad, que consideró que la forma más apropiada de realizar este seguimiento sería a través de la Dirección de Auditoría Interna, por lo que se transmitió esta propuesta a la aprobación de la Comisión de Auditoría y Cumplimiento y RSC. Como paso previo, en el primer semestre del año se ha desarrollado un análisis riesgo-país con los principales riesgos en materia de Derechos Humanos en todos los países en donde el Grupo está presente, basado en las siguientes:

- Human Right Watch
- Amnistía Internacional
- USA Department of State
- The Economist Intelligence Unit (Riesgo País y Riesgo Político)
- Estadísticas de los principales indicadores del Banco Mundial
- División Estadística de Naciones Unidas
- Yale Center for Environmental and Law Policy
- UNICEF
- Indicadores internacionales de desarrollo Humano
- CIA

In March 2011 a major milestone was reached in the promotion of CSR among the Group maximum decision-making organs: the Board of Directors decided that the Audit and Compliance Committee was to be called the Audit, Compliance and CSR Committee, consequently assigning the functions of CSR policy promotion and monitoring to this Board committee.

In 2012 it is planned to work on the definition of a CSR Communication Plan geared both to the internal as well as the external communication of the main efforts and advances in this area.

In the field of HR management is planned to continue working on the issues of equal opportunities, the reconciliation of work and family life and the development of an analysis of state compliance with human rights in the Group in order to verify the degree of alignment of the activity to the CSR policy and the 10 principles of UN Global Compact.

2010-2014 CSR Master Plan

OHL GROUP LINES OF ACTION REGARDING SUSTAINABILITY MANAGEMENT

- Broadening the scope of CSR policies
- Increasingly strategic CSR management
- Communication of advances in sustainability management

LINES OF WORK OF THE OHL GROUP IN RELATION TO RESPONSIBLE HUMAN RESOURCE MANAGEMENT

- Equal opportunities
- Ethical behavior and Human Rights
- Safety and health
- Training, career development and reconciliation of work and private life
- Common culture and innovation
- Corporate volunteering
- Dialog with employees

The implementation of this monitoring was approved by the Sustainability Committee, which considered the most appropriate way to conduct such monitoring by the Internal Audit Department, so this proposal was transmitted to the approval of the Audit, Compliance and CSR Committee. As a preliminary step in the first half of the year it has developed a country-risk analysis with the main risks in terms of human rights in all countries where the Group operates, based on the following sources:

- Human Rights Watch
- Amnesty International
- U.S. Department of State
- The Economist Intelligence Unit (Country Risk and Political Risk)
- Statistics on the main World Bank indicators
- United Nations Statistics Division
- Yale Center for Environmental Policy and Law
- UNICEF
- Human Development International Indicators
- CIA

OBRASCÓN HUARTE LAIN, S.A.

Paseo de la Castellana. 259 - D - Torre Espacio

28046 - MADRID

Teléfono 91 348 41 00 - Fax 91 348 44 63

www.ohl.es

OBRAS PARA LA HISTORIA

Works that make history



OHL ha ejecutado en Turquía el primer tramo de la línea ferroviaria de alta velocidad Ankara-Estambul. Hasta ahora el único proyecto ferroviario de alta velocidad desarrollado por una empresa española en el exterior.

In Turkey, OHL is responsible for the first section of the high-speed Ankara-Istanbul railroad. It is, hitherto, the only high-speed railroad project developed overseas by a Spanish company.