



TECNOLOGÍA DE TURBINAS HIDRÁULICAS

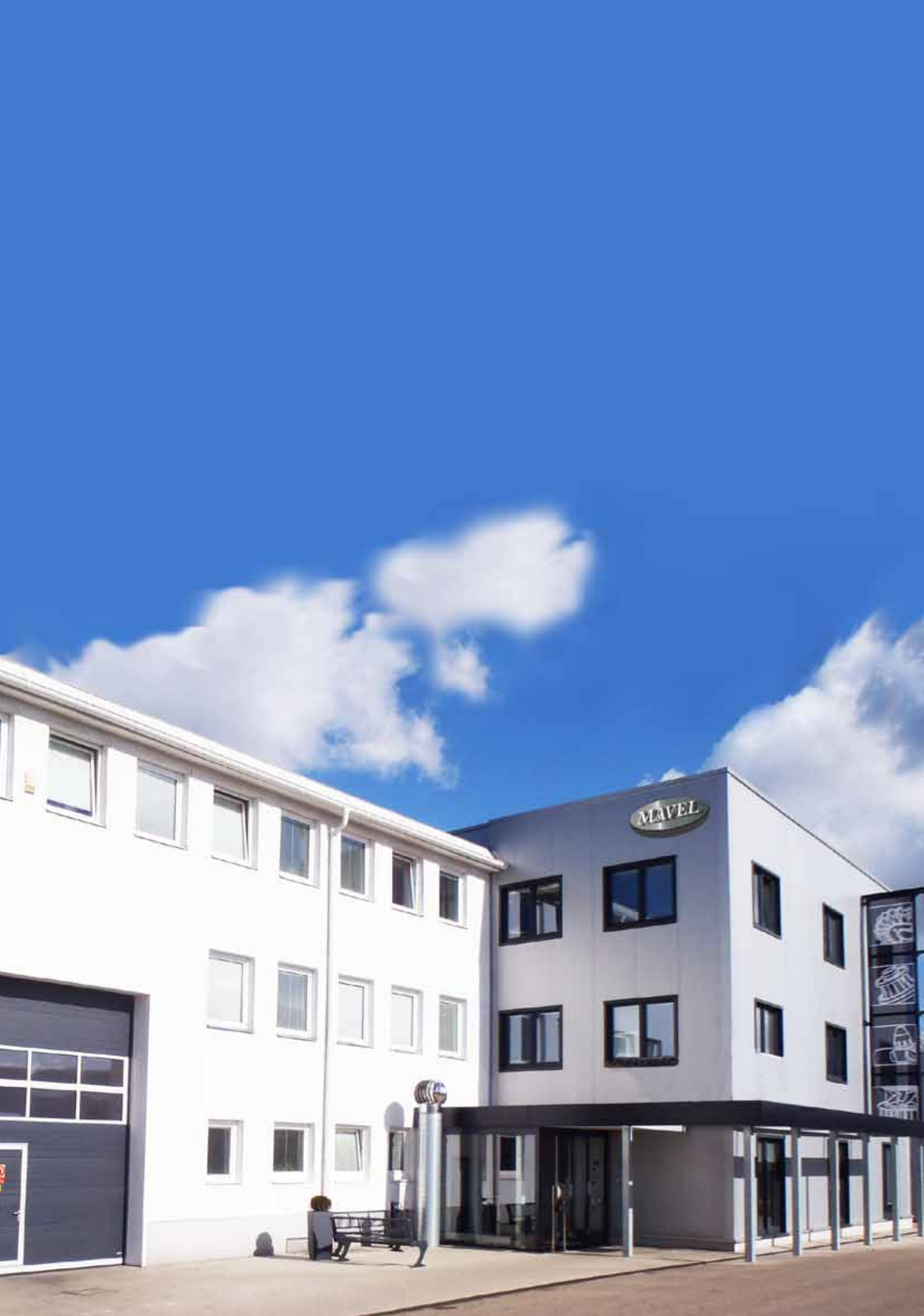
10.000 metros cuadrados dedicados a producción dos naves de fabricación ingeniería en sitio gestión de calidad 85 ton
Certificación ISO 9001:2008 fresadora CNC de 5 ejes centro de maquinado CNC de 6 ejes recubrimiento soldadura doblado 80 máquinas
Certificación ISO 3834-2:2005 10.000 metros cuadrados dedicados a producción dos naves de fabricación ingeniería en sitio gestión de calidad 85 ton
capacidad de izado Certificación ISO 9001:2008 fresadora CNC de 5 ejes centro de maquinado CNC de 6 ejes recubrimiento soldadura doblado



Mavel

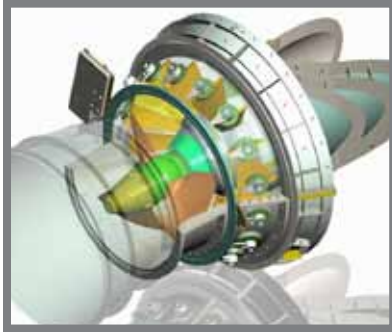
Mavel fue fundada en 1990 con la misión de contribuir al desarrollo de los recursos energéticos renovables alrededor del mundo, proporcionando a sus clientes tecnología en energía hidroeléctrica, que combina innovación, calidad y valor. Desde entonces, Mavel ha construido una organización enfocada en ingeniería, capaz de proporcionar a sus clientes turbinas hidráulicas y equipos relacionados que optimizan el valor de sus proyectos a través de la utilización de su propio equipo de ingenieros en diseño y especialistas en producción. Toda turbina se produce en instalaciones de la compañía en República Checa equipadas con tecnología de punta, y se instalan bajo la supervisión del departamento de servicio de Mavel. Hoy en día, Mavel es un líder mundial en el suministro de equipos hidroeléctricos para pequeñas centrales hidroeléctricas que utilizan turbinas de 30 kW a 30 MW de potencia.

El éxito de Mavel se debe a la combinación única de (1) conocimiento y experiencia en una línea completa de las turbinas hidroeléctricas, (2) capacidad de ventas y servicio a nivel mundial y (3) enfoque único en pequeños proyectos de energía hidroeléctrica.



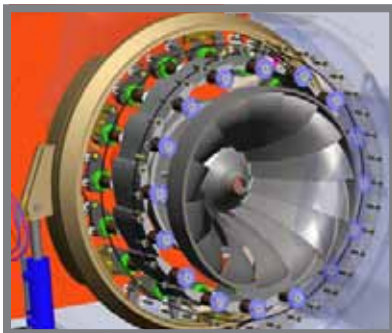
TURBINAS

Kaplan



La turbina Kaplan fue inventada en la República Checa por Víctor Kaplan entre los años 1912 y 1914. El diseño de la turbina Kaplan ha mejorado significativamente desde entonces. Las turbinas Kaplan de Mavel comprenden modificaciones de diseño tales como configuración vertical con cámara espiral, turbina bulbo, turbina PIT (tipo pozo), turbina "S" y turbina "Z" (Saxo). El número de palas del rodete varía de tres a seis y el tipo de regulación puede ser doble o sencilla. Las turbinas Kaplan de Mavel son óptimas para proyectos de agua fluyente con saltos entre 1,5 a 35 metros. Un 70% de la producción de Mavel está comprendida por turbinas Kaplan.

Francis



La turbina Francis fue inventada en Lowell, Massachusetts en 1848 por James B. Francis. Esta turbina, impulsora de la revolución industrial, está diseñada para condiciones medianas de salto y caudal, y todavía sigue siendo la turbina hidráulica más comúnmente usada. La línea de turbinas Francis de Mavel está diseñada para saltos de 15 a 300 metros. Estas unidades se encuentran disponibles en diámetros de rodete de 400 mm a 2.500 mm, pueden configurarse en disposición horizontal o vertical y llegar a una potencia instalada de 30 MW. Las turbinas Francis de Mavel han sido instaladas en Europa, las Américas, África y Asia

Línea completa de turbinas hidráulicas de 30 kW a 30 MW y más de 100 diseños propios

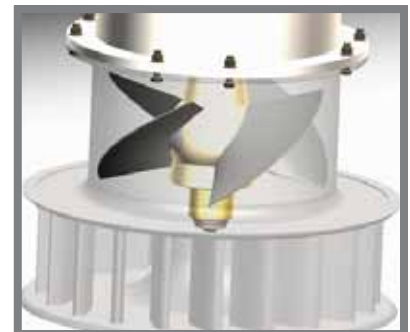
Pelton

La turbina Pelton se inventó a finales del siglo XIX, durante la época de la fiebre del oro en California por Lester Allan Pelton. Esta turbina de impulso está diseñada para grandes saltos y caudales menores, comúnmente ubicados en zonas montañosas. Las turbinas Pelton de Mavel tienen configuración horizontal o vertical, se diseñan para tener un diámetro de rodete de hasta 2.500 mm, de uno a seis inyectores, y potencia de hasta 30 MW. Mavel ha instalado turbinas Pelton en las Américas y Europa, cuya capacidad instalada varía de 47 kW a 11.300 kW por unidad.



TM Micro Turbina Modular

Las micro turbinas modulares TM de Mavel se venden como unidades completas para instalación llave en mano. Disponibles en tres tamaños diferentes (300 mm, 550 mm y 1.000 mm diámetro de rodete), las micro turbinas TM modular se adecuan a muchos sitios de bajo salto. Estas no requieren de casa de máquinas, son sencillas de instalar y se proveen totalmente equipadas con turbina, generador, admisión, tubo de aspiración, y sistemas eléctricos y de control. Mavel ha instalado cerca de 70 micro turbinas modulares TM, entre ellas se incluyen un pequeño sistema de 4 kW en Kyoto, Japón, un sistema de 300 kW de tres unidades en Polonia, y un proyecto de ocho unidades, de 1.224 kW que forma parte de un regadío en Idaho, EE.UU..



Capacidad de Producción

| | |
|-------------------------------|--|
| Instalaciones..... | Dos: Benešov and Rájec–Jestřebí, República Checa |
| Propiedad..... | Terreno: 27.000 m ² Producción / Almacenaje: 10.300 m ² Administración: 2.600 m ² |
| Procesos de Manufactura..... | fresado, mandrilado, taladrado, prensado, serrado, rolado, corte, pintura, soldadura, revestimientos, montaje y pruebas |
| Ingenieros..... | 60 |
| Máquinas de producción..... | 40 |
| Capacidad de izado..... | 85 ton |
| Control de Calidad..... | Certificación ISO 3.834-2: 2005 / Equipo Especializado |
| Maquinaria Especializada..... | Centro de maquinado CNC de 6 ejes (2013) Fresadora CNC de 5 ejes (2010) |
| Gestión Ambiental..... | ISO 14001:2004 |





Mavel cuenta con un centro de maquinado CNC de 6 ejes, así como una fresadora CNC de 5 ejes. Ambas máquinas mecanizan palas de rodets Kaplan, rodets Francis Pelton y otros elementos de turbina. Esto permite que la mayoría, o todo, proceso de manufactura pueda ser completado en las plantas de Mavel en República Checa.

Equipo dedicado

La imaginación, innovación y optimización son el centro de los esfuerzos del equipo de Investigación y Desarrollo de Mavel. Al trabajar sobre los retos definidos por ingenieros de ventas, el equipo de Investigación y Desarrollo genera soluciones con el apoyo de los más de 1.000 años de experiencia combinada de 60 ingenieros civiles, hidráulicos, mecánicos y eléctricos de la compañía. Ellos utilizan tecnología 3D de punta en su software de modelado, y el apoyo de alianzas con instituciones académicas y laboratorios técnicos.

Diseño de Turbinas y Perfiles Hidráulicos

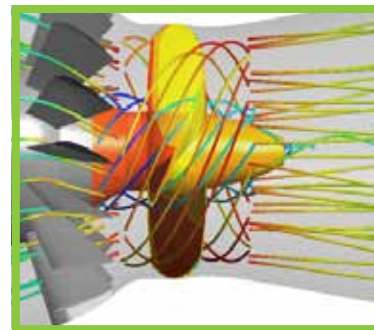
Mavel cuenta con más de 100 diseños propios de turbinas. Cada año, el equipo de Investigación y Desarrollo, en conjunto con ingenieros de diseño, desarrollan nuevos diseños de turbinas para alcanzar eficiencias mayores, minimizar costes de obras civiles, utilizar nuevos materiales, simplificar los procedimientos y el tiempo de instalación, y / o adaptar la tecnología de turbinas previamente probada a las necesidades específicas del cliente. Las innovaciones de diseño han incluido el desarrollo de micro turbinas modulares, turbinas Kaplan para bajo saltos del orden de 1,5 metros, y rodetes Francis y Pelton de alta eficiencia aptos para saltos de hasta 1000 metros.

Simulación de Dinámica de Fluidos por Computadora

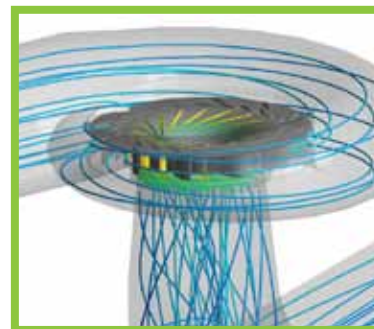
El equipo de Investigación y Desarrollo utiliza herramientas de software estándar y de desarrollo propio para dinámica de fluidos. Este software modela la dinámica de fluidos hidráulicos y permite el desarrollo y prueba efectiva de nuevos perfiles hidráulicos y turbinas, lo que permite acortar el proceso de desarrollo. Ilustraciones a la derecha muestran visualizaciones simplificadas de regiones de velocidad dentro de turbinas Kaplan, Francis, Pelton y micro turbinas.

Materiales Alternativos y Procesos de Manufactura

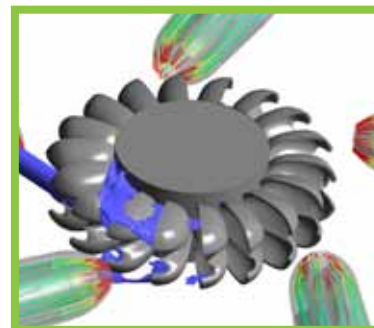
El equipo de Investigación y Desarrollo de Mavel se mantiene al tanto de la evolución tecnológica de materiales y procesos de manufactura. Consideraciones tales como la minimización de los costos de producción, y maximización de la calidad y vida útil del producto son claves al explorar materiales innovadores. Procesos de manufactura y control son fundamentales. La última innovación de Mavel en esta área fue la instalación de un centro de maquinado CNC de 6 ejes prototipo el cual permite la transferencia de la más alta precisión desde el diseño hasta la producción.



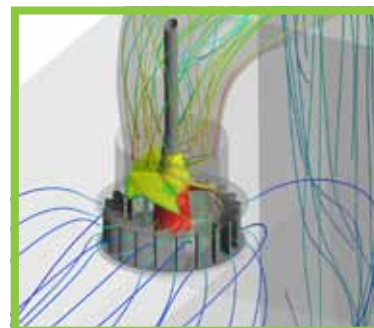
Simulación Computarizada de Dinámica de Fluidos en Turbina Kaplan



Simulación Computarizada de Dinámica de Fluidos en Turbina Francis



Simulación Computarizada de Dinámica de Fluidos en Turbina Pelton



Simulación Computarizada de Dinámica de Fluidos en Micro Turbina Modular TM

La imaginación, la innovación y la optimización dirigen los esfuerzos del equipo de Investigación y Desarrollo de Mavel.

El departamento de servicio de Mavel envía especialistas a lugares de todo el mundo para brindar servicios de montaje, puesta en marcha, pruebas y mantenimiento.

Ingeniería

Cada proyecto hidroeléctrico comienza en la etapa de diseño. Equipos de ingenieros civiles, mecánicos, hidráulicos y eléctricos en Mavel inician su trabajo en un proyecto a partir de la propuesta tecnológica. Su trabajo continúa a lo largo del diseño utilizando software tridimensional, hasta la fabricación final y documentación de instalación.

Compras

Mavel adquiere sus fundiciones, forjas, materias primas y grandes subcomponentes (tales como generadores) de proveedores de toda Europa y de las Américas. Cada proveedor se indaga para asegurar calidad y todo elemento provisto por terceros cumple con los mismos estándares de calidad de Mavel, entre ellos ISO 9001: 2008.

Fabricación

Mavel fabrica sus turbinas y equipos relacionados en sus plantas de manufactura en República Checa, ambas equipadas tanto con tecnología tradicional de producción, como con maquinaria de última tecnología. Estas incluyen un centro de maquinado CNC de 6 ejes, puesto en funcionamiento en el 2013 y una fresadora CNC de 5 ejes instalada en el 2010. Todo rodete se maquina a partir de piezas fundidas o forjas.

Soldadura y Revestimientos

Mavel emplea soldadores experimentados, y cuenta con certificación CSN EN 287-1. La compañía también tiene un área de 220 m² dedicada a trabajos especializados y técnicos capacitados para supervisar recubrimientos especiales y operaciones de pintura.



Ensamble

La sede principal de Mavel está aproximadamente a 50 kilómetros al sureste de Praga. Su segunda planta de producción está en las afueras de la segunda ciudad más grande del país, Brno. El montaje final se realiza en una de estas dos plantas, que combinan 85 toneladas de capacidad de izado. Cada turbina se monta, ajusta y prueba previo a su despacho.

Productos y Servicios

Mavel también provee tuberías de presión, tubos de aspiración, compuertas, rejas, máquinas de limpieza, equipos eléctricos, instalación, pruebas y puesta en servicio, restauración y reparación.

Control de Calidad

Mavel es una empresa con certificaciones ISO 9001: 2008, ISO 14001: 2004 e ISO 3834-2: 2005 y cuenta con procedimientos de control de calidad en conformidad con reconocidas normas internacionales. Empleados certificados de Mavel ejecutan la mayoría de pruebas necesarias internamente. Especialistas externos aplican ciertas pruebas específicas, tales como rayos X, composición química y metalografía.

INSTALACIONES



CH Fujiyoshida / Japón
1 x Francis / 140 kW

Una de las instalaciones más pequeñas de Mavel se encuentra a 15 kilómetros del Monte Fuji en Japón, donde Mavel completó la puesta en marcha de la **CH Fujiyoshida**, una pequeña central hidroeléctrica restaurada. Mavel instaló una nueva turbina Francis horizontal, la cual duplicó la potencia instalada del sitio de 70 kW a 140 kW.

Desde Europa hasta el Lejano Oriente, desde las Américas hasta África, los clientes confían en turbinas Mavel para maximizar el potencial energético de sus proyectos hidroeléctricos en ríos y otros cursos de agua.

Ubicada en las faldas de las montañas Rwenzori en Uganda, la **CH Bugoye** utiliza dos turbinas Francis horizontales Mavel para aprovechar el potencial de los Ríos Mubuku y Esya. En la actualidad, la central proporciona energía a la región con 14,33 MW de potencia instalada.

En la costa oeste de Canadá, en Columbia Británica, una turbina Pelton vertical Mavel de 11,3 MW produce energía limpia y renovable en la Central Hidroeléctrica **Upper Clowhom**. Mavel ha entregado turbinas Pelton vertical de 10 MW a otros dos proyectos nuevos, las Centrales Hidroeléctricas **Clemina Creek** y **Serpentine**.

La Central Hidroeléctrica **Olawa II** en el sur de Polonia sobre el Río Odra tiene tres micro turbinas modulares Mavel TM10. Esta fue la primera instalación de la turbina TM10 Mavel, de diseño propio. El innovador diseño modular permite que estas turbinas sean instaladas directamente en un azud sin necesidad de una casa de máquinas. La potencia total instalada de las tres unidades TM10 en este sitio es de 300 kW.




CH Bugoye / Uganda
2 x Francis / 14.332 kW



CH Upper Clowhom / Canadá
1 x Pelton / 11.300 kW



CH Olawa II / Polonia
3 x TM10 Micro / 300 kW



La CH Lovosice alberga cuatro turbinas Kaplan Mavel en un sitio de bajo salto donde previamente existía una estructura de presa y esclusas.

4 x Kaplan PIT / 2.648 kW Potencia Instalada

La Central Hidroeléctrica Lovosice - Pistany (**CH Lovosice**), diseñada por Mavel, fue construida sobre una estructura de presa y esclusas previamente existente en el río Elba, en las afueras de Praga, República Checa. El diseño estipulado por el dueño requirió puntos específicos tales como pasaje para peces, casa de máquinas previstas para resistir avenidas y turbinas capaces de maximizar el potencial disponible partiendo de un salto neto de 1,9 metros.

La casa de máquinas, de diseño impermeable ha resistido inundaciones en 2011 y 2013. La misma incorpora pasajes de peces de piedra natural, y utiliza cuatro turbinas Kaplan. Cada turbina tiene tres palas, las cuales minimizan el potencial de daño hacia los peces y maximizan la potencia del sitio.

La central hidroeléctrica de 2.648 kW, utiliza cuatro turbinas Mavel Kaplan PIT (tipo pozo). Estas turbinas de tres metros de diámetro, tres palas y de doble regulación han llegado a generar energía en bajos saltos de hasta 1,2 metros. Además de las turbinas, el suministro de Mavel incluyó cajas de engranajes, generadores, sistemas oleohidráulicos, sistemas de lubricación y enfriamiento, máquinas de limpieza, rejillas, así como el sistema eléctrico y de control.



CH Lovosice Interior de la Casa Máquinas



CH Lovosice Casa de Máquinas durante las inundaciones del Río Elba

Sobre el Río Piedra en Panamá, seis turbinas Francis Mavel energizan una cascada de tres casas de máquinas, para un total de 30 MW, proporcionando energía verde y renovable para la región

6 x Turbinas Francis Horizontales / 30.000 kW Potencia total



Mavel tiene turbinas instaladas en 5 continentes, en 36 países alrededor del mundo.

El proyecto de “Cuatro Ríos” en Corea del Sur asegura la regulación de cuatro grandes ríos y provee energía limpia para la región. Como parte de este proyecto, Mavel suministró 11 turbinas Kaplan y equipos auxiliares a cinco nuevos desarrollos hidroeléctricos.

Las Centrales Hidroeléctricas Yipo y Seungcheon fueron finalizadas y puestas en marcha en el año 2011. Mavel suministró tres turbinas Kaplan PIT (tipo pozo) de 3.400 mm de diámetro de rodete y tres palas en la **CH Yipo**. La potencia instalada total es de 3.330 kW. En la **CH Seungcheon** se proveyeron dos turbinas Kaplan bulbo de tres palas y doble regulación cuyo diámetro de rodete es 1580 mm. La potencia instalada total es de 862 kW.

Las últimas tres centrales, la **CH Hapcheon**, **CH Nakdan** y **CH Gangjeong**, fueron puestas en marcha en el 2012. Cada uno de estos proyectos utilizó dos turbinas Mavel Kaplan PIT. La **CH Hapcheon** posee una potencia instalada total de 5,53 MW, la **CH Nakdan** 3,25 MW, por último la **CH Gangjeong** con una potencia instalada de 3,3 MW.

Mavel suministró cinco turbinas Kaplan PIT a la **CH Grodnenskaya** en el Río Niemen, cerca de la ciudad de Grodno, en la República de Bielorrusia. Las turbinas tienen, cada una, un diámetro de rodete de 3.000 mm y cuatro palas. La



CH Grodnenskaya / Bielorrusia
5 x Kaplan PIT / 18, 870 kW

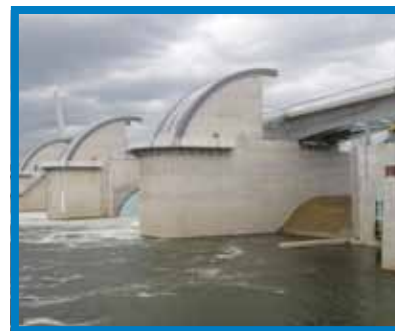
potencia instalada total en este sitio es 18,87 MW. Esta central, cuyo financiamiento fue provisto por el Banco Checo de Exportación, fue puesta en marcha en el 2012. Un segundo proyecto en Bielorrusia, la **CH Polockaya**, se firmó en el año 2011. La **CH Polockaya** utilizará cinco turbinas PIT, similares a Grodnenskaya tendrá una potencia instalada total de 24,25 MW, y su puesta en marcha está programada para finales del año 2016.



CH Yipo / Corea del Sur
3 x Kaplan PIT / 3330 kW



CH Seungcheon / Corea del Sur
2 x Kaplan Bombilla / 862 kW



CH Gangjeong / Corea del Sur
2 x Kaplan PIT / 3, 298 kW



CH Grodnenskaya Interior de la Casa Máquinas

LÍNEA DE TURBINAS KAPLAN

| | |
|---------------------------|-----------------------------|
| Configuraciones | Z, PIT, S, Vertical, Bulbo |
| Diámetro de Rodete | de 550 mm a 5.500 mm |
| Número de Palas | 3, 4, 5 o 6 |
| Salto | 1,5 a 35 metros |
| Caudal | 0,9 a 200 m ³ /s |
| Potencia | de 30 a 20.000 kW |

LÍNEA DE TURBINAS FRANCIS

| | |
|---------------------------|----------------------------|
| Configuraciones | Horizontal o Vertical |
| Diámetro de Rodete | de 400 mm a 2.500 mm |
| Salto | de 15 a 300 metros |
| Caudal | 0,5 a 35 m ³ /s |
| Potencia | Hasta 30.000 kW |

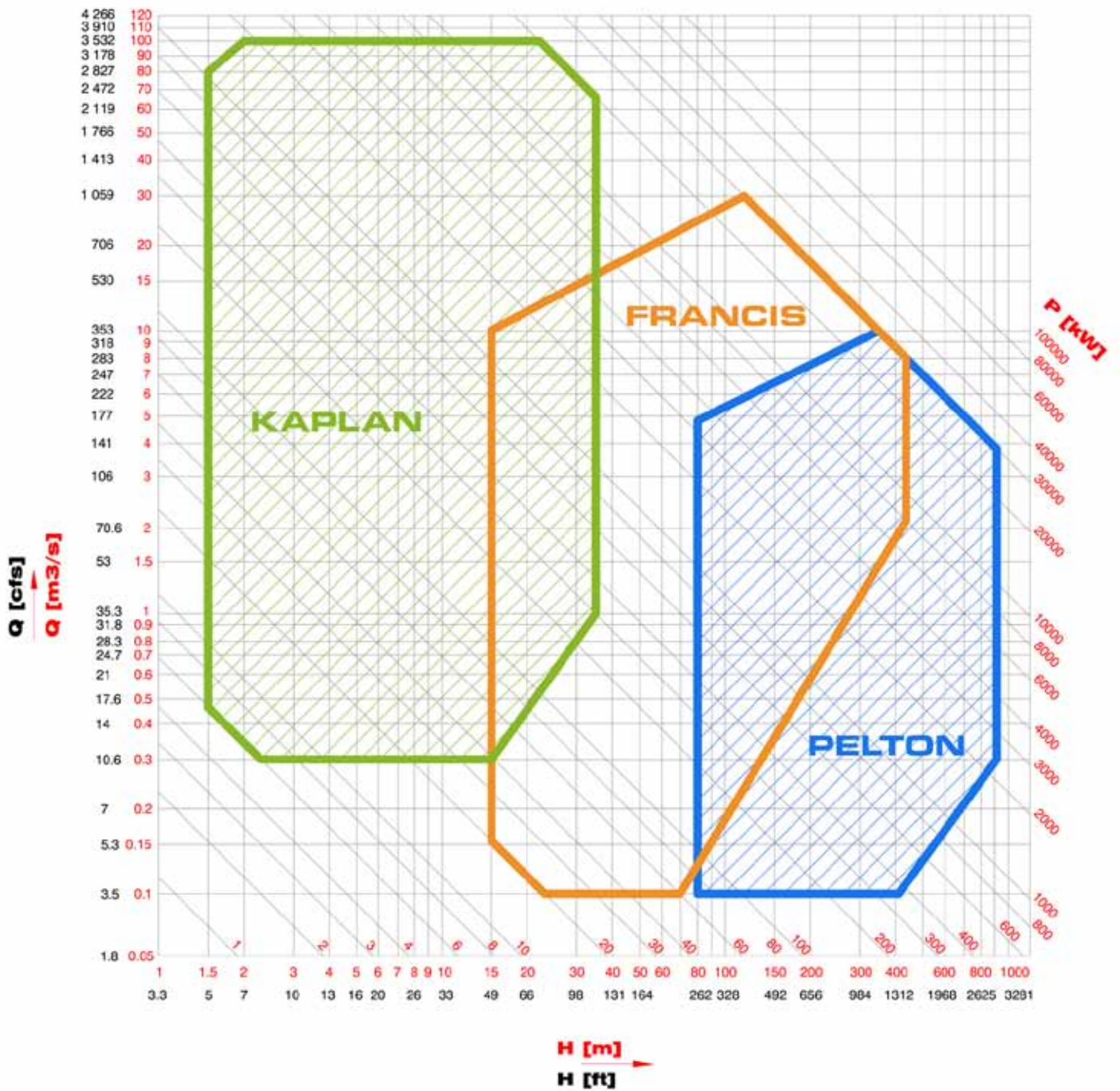
LÍNEA DE TURBINAS PELTON

| | |
|-----------------------------|---|
| Configuraciones | Horizontal o Vertical |
| Diámetro de Rodete | Hasta 2.500 mm |
| Número de Inyectores | Horizontal 1 o 2 / Vertical 3, 4, 5 o 6 |
| Salto | 50 a 1.000 metros |
| Caudal | 0,1 a 10 m ³ /s |
| Potencia | Hasta 30.000 kW |

LÍNEA DE MICRO TURBINAS

| | |
|---------------------------|------------------------------|
| Diámetro de Rodete | 300 mm a 1.000 mm |
| Salto | 1,5 a 6 metros |
| Caudal | 0,15 a 4,5 m ³ /s |
| Potencia | 3 a 160 kW |

Rango de Aplicación de Turbinas y Certificaciones ISO



Hída Tunnel Kanayamazawa Třebovka Byaelva Kamin Nivnice Štampach Slavkov
Killets Muhle Vel. Folkmár Mittersill Bergmühle Žlutice Lučina Nivnička Stausee
Monako Malužiná Dívčí Kámen Starina Nýrsko-Milence Nýrsko Bukovany Buškův Hamr
Čelákovice Dolní Morava Jakubany II Krupina Labská Muchova Bouda Nemince Orešany
Ruskovce Svit Breda Lesicovo III Rio Las Perlas Norte Las Perlas Sur Mangaio Lesičovo
II Bugoye Isernia Kayalik Vales Nyagak Villa Correa Rokkason Concepcion Loziata
Vydra Posada Hanga-Hanga II Kalumpang Lesichovo Želivka Fujiyoshida Pedra e Othoni
Zielonka Lasberg EKOPA Potůčky Moinhos Khari Berthold Lipno Mohelno Messochora
Breitwies Švařec Rosinka Žilina Slezská Harta Turček III Dlouhé Stráně Poas 1 Plock
Slezská Harta Glenmaggie Predajná Shickluna Roscino Hluboká nad Vítavou Liběchov III.
etapa Nakano Lenešice Shin Hayatsuki Clarkson Outfall Angelo Dam Bělov Nižbor Loziata
'0' Alba Marseilles Olawa Capdenac Roudnice Liběchov Kamenný Přívoz Polockaya
Laczany Brandon Dresden Hronská Důbrava Higashi-Shinmachi Plikai Yipo Seungcheon
Nakdan Stará Lubovňa Hapcheon Gangjeong Grodnenskaya Boatlock Ružbašská Milava
Kuokkastenkoski Loziata II Finnholm Ledec Lovosice Cherepish Herrfors 1 Herrfors II
Karlukovo Kunino N.Mangen Sagfossen Groszowice Dobrzen Čelákovice Aläsorsakoski
Yläsorsakoski Kozloduy Vääräkoski San Domenico Myczkowce CE Mancini San Francesco
Podlužany Kjarna Malczyce Hausen Krapkowice Painkula Pontey I Pontey II Mittweida
Žarki Wielkie Libochovice Busche Infernos Lubilanji II-uno Žagaň II Fergus Krejna Bärâu
II Zawada Jurbarkai Čermná n. Orlicí Gartenau Zielisko Pilskauna Pajiesio Eberbach II.
Ascoli Piceno Anneniki Smolice Ogres Balskai Starowice Benátky Kosciuszko Weissthal
Liču Rakowice Sinoles Bydgoszcz III Kawcze Ilukste Ledec n/Sáz. Grivnieki Mühlen
Schäftersheim Adenauerbrücke Bydgoszcz I Pakulu Prehova Weilbach Kubulova Sursee
Narbonne Perugia Braslas Hes Lerma Vincellate Klášterec Doksany Kuchen Okrouhlice
Zvolen Tržec Selice Tannenberg Ebenhards Felixdorf I Felixdorf II Bienertmühlewehr
Skalice n/Sv Niezelgrund Zboněk Szprotawa Turá Wannenfluh Egger Počáply Ottendorf
Eschenau Žagaň Trnovec Vellach Schaffermühle Lumda Weilbach Kubulova Pont

Mavel, a.s.
Jana Nohy 1237,
256 01 Benešov
República Checa
CZ +420 317 728 483
info@mavel.cz

Mavel Americas, Inc.
121 Mount Vernon Street
Boston, MA 02108
Estados Unidos
EE.UU. +1 617 242 2204
americas@mavel.cz

www.mavel.cz