

Proxecto de innovación. Convocatoria 2017.

Memoria final. Resultados do proxecto.

Título do proxecto	Árbore artificial. Deseño e construción dunha estrutura para a práctica segura dos traballos en altura en arboredo.
Autores	Andrés Pose Pérez (Coordinador).
Nome do arquivo	36007552_Arbore_artificial
Este proxecto de innovación resultou premiado na RESOLUCIÓN do 9 de de maio de 2017 da Dirección Xeral de Educación, Formación Profesional e Innovación Educativa pola que se resolven os premios para o desenvolvemento de proxectos de innovación tecnolóxica ou científica e proxectos de innovación didáctica no ámbito da Formación Profesional en centros públicos dependentes da Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria, onde se impartan ensinanzas de Formación Profesional, convocados na resolución do 22 de decembro de 2016.	

Índice

1. Memoria xustificativa	3
1.1 Historia do proxecto. Xustificación.....	3
1.2 Relación de participantes.....	6
Centro coordinador.....	6
Centros participantes.....	6
Empresas ou entidades participantes.....	6
1.3 Actividades realizadas.....	7
1.4 Avaliación final. Indicadores.....	10
Centro coordinador. Plan de avaliación. Indicadores.....	10
Centro participante. Plan de avaliación. Indicadores.....	10
1.5 Conclusións. Valoración global do proxecto e previsións de futuro.....	12
Centro coordinador.....	12
Centro ou centros participantes.....	12
1.6 Memoria de xustificación económica.....	14
Gastos xerais do proxecto.....	14
Xustificación de gastos individuais de cada centro.....	14
2. Resultados do proxecto	15
2.1 Árbore artificial.....	15
2.2 Procedementos de fabricación y montaje de estrutura metálica atornillada.....	15

1. Memoria xustificativa

1.1 Historia do proxecto. Xustificación

Tal e como se especificou no *anexo II: Descrición do proxecto* que acompañou a solicitude, este proxecto de innovación didáctica (modalidade B), que resultou premiado na *RESOLUCIÓN do 9 de maio de 2017 da Dirección Xeral de Educación, Formación Profesional e Innovación Educativa, pola que se conceden os premios para o desenvolvemento de proxectos de innovación tecnolóxica ou científica e proxectos de innovación didáctica no ámbito da Formación Profesional en centros públicos dependentes da Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria* (convocados na *Resolución do 22 de decembro de 2016*), tiña a pretensión de deseñar, fabricar, montar e utilizar unha estrutura que permita mellorar os procesos de ensino-aprendizaxe das técnicas de gabeo ás árbores mediante cordas facendo especial fincapé na seguridade dos procedementos e na preservación do Patrimonio arbóreo do Centro.

Durante a súa realización houbo tres circunstancias que condicionaron en certa medida a súa evolución:

- 1.- O atraso na resolución da convocatoria: A pesares da publicación da convocatoria a finais de decembro de 2016, a resolución da concesión dos premios ós proxectos galardoados nos se produciu ata maio do 2017 e a transferencia dos fondos correspondentes aínda se atrasou un chisco máis. Estas circunstancias impediron traballar no proxecto durante o curso académico 2016-17 e dificultaron moitísimo os primeiros pasos do mesmo. Tanto a finais como a comezos de curso, as tarefas administrativas do persoal docente (avaliacións, informes, memorias, programacións, etc.), déixanlle pouco tempo para dedicalo a outras actividades. Ademais, esta circunstancia dificulta moito o aproveitamento do alumnado con maior experiencia para a construción da estrutura e para o seu uso posterior (o alumnado de segundo fai a FCT no último trimestre do curso académico). Isto implica que na fabricación da estrutura non se pode contar co alumnado no verán e, no último trimestre do 2017, xa no curso 2017/18, o alumnado de 1º acaba de chegar ó centro de ensino polo que ten moi pouca experiencia na soldadura e traballo neste tipo de estruturas e o de 2º aínda empeza a estudar certos aspectos da súa formación (os alumnos aínda non teñen as destrezas necesarias para a realización das soldaduras coa calidade que require un proxecto desta envergadura). O mesmo ocorre co alumnado que vai gabear pola estrutura (os de 1º o estudian no último trimestre do ano académico e os de 2º, que xa teñen experiencia no gabeo, non están no centro cando se podería traballar coa estrutura). Por todos estes motivos, e dado que a seguridade é unha das premisas básicas deste proxecto, tiveron que pospoñerse varios procesos da fabricación ata que o alumnado adquirise un mínimo de experiencia ata ben avanzado o outono.
- 2.- Os problemas de deseño: O deseño orixinal consistía nunha estrutura triangular para abarcar os tres aspectos básicos dos traballos en altura en arborado: o acceso á árbore, os desprazamentos pola copa da árbore e os traballos que se realizan na árbore. Dado o desexo da Consellería de que a

estrutura fose desmontable e transportable, e despois de facer os pertinentes cálculos, observouse que a árbore artificial non podía operar sen a axeitada cimentación que garante a estabilidade da mesma. En aras da xa comentada seguridade para evitar o risco de envorcadura, foi necesario realizar un importante cambio de deseño transformando a estrutura a unha forma cadrada. Isto obrigou, por unha banda a un exhaustivo traballo de rediseño de toda a árbore e por outra banda a un incremento do gasto en material. A necesidade de manter en calquera circunstancia un momento estabilizante contrario ó momento de envorcadura, obrigou a que o deseño pasase a ser cadrado e a incrementar o peso case un 40 % respecto ó anteproxecto orixinal. Estes dous factores obrigaron a un necesario cambio de materiais co fin de manter o proxecto dentro do presuposto asignado e de que os prazos de execución non se dilatasen no tempo (neste senso, por exemplo, houbo que renunciar ó pregado do aceiro e o seu cambio por tubaxes de aceiro para a construción das columnas de traballo nas esquinas da estrutura) e ó incremento de determinadas partidas do presuposto en detrimento de outras levados pola necesidade de adquirir máis material básico para a construción da árbore artificial (houbo que renunciar, por exemplo, ó material de protección do chan na base da estrutura).

- 3.- As dificultades loxísticas: As circunstancias indicadas no punto anterior dificultaron aínda máis a adquisición dos materiais necesarios para a fabricación da estrutura, xa de por sí mermada pola redución do presuposto. O cambio indicado nas columnas de traballo da árbore artificial obrigou a facer unha exhaustiva busca de tubaxes de aceiro que cumprisen cos requisitos de calculo. Dado que o tamaño das tubarías dispoñibles no mercado afectaba ó resto da estrutura de forma significativa, non se puido rematar nin os cálculos nin os planos ata practicamente o comezo das operacións de fabricación. Outro problema foi, por exemplo, a adquisición dos parafusos necesarios para a estrutura, dado que, os erros na entrega do material polas empresas distribuidoras, conlevaron importantes atrasos na fabricación. É importante subliñar que, ó ser necesaria a fabricación por fases moi definidas e consecutivas, o atraso nunha delas implica, desgraciadamente, a acumulación de atrasos en todo o proceso, pois ata que non se finaliza unha das fases non se pode comezar a seguinte.

Todas estas circunstancias, tal e como se explicará máis polo miúdo nos seguintes puntos desta memoria, dificultaron a súa realización e provocaron a necesidade de realizar pequenos cambios nas actividades previstas. De tódolos xeitos pódese afirmar que, a pesares das dificultades atopadas no proceso, conseguíronse acadar bastante fielmente os obxectivos previstos e a maioría dos resultados finais do proxecto.

A principal consecuencia de todos estes problemas foi que a fabricación da estrutura sufriu tantos retrasos que houbo moi pouco tempo para a realización de tódalas actividades de avaliación previstas antes da finalización do prazo de execución do proxecto e, polo tanto, para a mellora dos materiais cando se detectaban deficiencias.

Como aspectos positivos, sen embargo, podemos destacar a superación de importantes atrancos na fabricación dos compoñentes. Seguindo as técnicas tradicionais de taladrado aplicadas en estruturas metálicas conseguíase unha precisión de 1,5 mm – precisión demasiado groseira para asegurar unha montaxe. O comezo da fabricación era necesaria unha hora de traballo para fabricar unha

peza cunha tolerancia de 1,5 mm. Ó desenvolver unha nova técnica, que denominamos de “taladrado por plantilla flotante”, rebaixouse o tempo de fabricación da mesma peza a tan só 3 minutos e aumentouse a precisión a 0,25 mm de erro soamente. A aplicación de técnicas de fabricación en serie e un estricto control de calidade de todo o proceso permitiunos recuperar unha gran parte do atraso acumulado.

1.2 Relación de participantes

Centro coordinador

Centro coordinador: CIFP A GRANXA				Código de centro: 36007552
Coordinador do proxecto				
Nome	Apelidos	DNI	Enderezo electrónico	Especialidade
Andrés	Pose Pérez	76351994K	andresposeperez@edu.xunta.es	Operacións e equipamentos de produción agraria.
Profesorado participante				
Nome	Apelidos	DNI	Enderezo electrónico	Especialidade
Ana María	Castro Puga	32798420Y	acpuga@edu.xunta.es	Operacións e equipamentos de produción agraria.
Eugenio	Mete Pérez	36138794K	uxiomete@edu.xunta.es	Operacións e equipamentos de produción agraria.
José Rodrigo	Porto Riveros	32671093J	rodrigoporto@edu.xunta.es	Operacións e equipamentos de produción agraria.

Centros participantes

Centro participante: IES de Salvaterra de Miño				Código de centro: 36020337
Profesorado participante*				
Nome	Apelidos	DNI	Enderezo electrónico	Especialidade
Juan José	Díaz López	08935645F	diazlopez@edu.xunta.es	Soldadura.
Jesús	López Moscoso	32814104G	jesuslopez@edu.xunta.es	Soldadura.
María Luísa	Quinteiros Fernández	44455494J	marisaq@edu.xunta.es	Organización y proyecto de fabricación mecánica.
Tomás	Arias Fernández	44459665K	tomasarias80@edu.xunta.es	Soldadura.

* Á hora de levar a cabo o proxecto este Centro tivo que introducir algúns cambios relativos á relación de profesorado. Por cuestións de cambios de destino, o profesor D. Alberto Neira Diéguez desvincellouse do proxecto en setembro e se procedeu á incorporación do novo docente do Departamento, D. Tomás Arias Fernández.

Empresas ou entidades participantes

Empresas ou entidades participantes			
Denominación da empresa	CIF	Persoa de contacto	Enderezo electrónico
Arbogal 2007, S.L.	B-36548915	Faustino Meis Veiga	arbogalicia@yahoo.es
Comevisa	A-36643682	Aquiles García Nieto	comevisa@comevisa.com
Megalta	B-15609191	Xurxo López Caamaño	megalta@megalta.com
Punto Empleo Galego, S.L.	B-36997526	Arán Feijoo Covelo	Info@puntoemplego.com
Resomaq, S.L.	B-36848802	Manuel Lago Alonso	resomaq@resomaq.es
Torres y Saez	A-15023823	Delmiro Alvarez Iglesias	aceros@torresysaez.com
Minhofersa Salvaterra, S.L.	B-27843184	Óscar Pérez	oscar@bimca.com
Fein Power Tools Ibérica, S.L.U.	B-84760701	Luis Marrube Seijas	general@fein.com

1.3 Actividades realizadas

Imos facer unha análise das actividades realizadas no proxecto tomando como base as actividades previstas no *punto 6 do anexo II: Descripción do proxecto*:

1.- Pescuda de información e normativa: Esta actividade foi realizada só polo profesorado dos centros asesorados polo persoal técnico das empresas colaboradoras. A parte máis importante desta labor recaeu no profesorado do CIFP A Granxa e o persoal da empresa Arbogal 2007, S.L. dados os seus coñecementos previos sobre as técnicas de gabeo ó arboredo. Neste senso, analizáronse as necesidades de formación, as distintas situacións que se poden atopar nunha árbore e as posibilidades de trasladar estas ó deseño da estrutura. Respecto á pescuda de normativa, esta actividade foi un pouco máis complexa pois a lexislación que regula a gabeo de arboredo é un pouco confusa e conxugala co ensino das técnicas presenta dificultades.

Pola súa parte, o profesorado do IES de Salvaterra de Miño, realizou un amplo estudio dos materiais e as técnicas a utilizar para o seu traslado a unha estrutura viable e, por outra parte, fixo unha pescuda da información e normativa necesarias para a realización da estrutura con tódalas garantías (visados, seguros, homologación de procedementos, materiais, etc.).

2.- Deseño da estrutura: Unha vez realizada a actividade anterior, realizouse unha análise crítica do anteprojecto realizado previamente tendo en conta a necesidade de facer unha estrutura desmontable e transportable segundo os desexos da Consellería. Tralas numerosas reunións entre os distintos actores do proxecto, chegamos á conclusión de que, debido á necesidade antedita de poder instalar a estrutura en calquera sitio, era necesario mudar o sistema de suxeición da estrutura, pois o deseño triangular previsto, ao eliminar o ancoraxe directo no chan, podería dar lugar a risco de envorcamento.

Despois de numerosos cálculos realizados no IES de Salvaterra de Miño, chegouse a conclusión de que era necesario un importante redeseño da estrutura. As principais modificacións foron:

- Estructura cadrada: Pola necesidade de darlle unha maior estabilidade á árbore artificial en calquera circunstancia foi necesario cambiar o deseño, pasando dunha base triangular a unha cadrada. Isto obrigou, por unha banda, a incorporar un novo poste á nova esquina da estrutura (que foi aproveitada para duplicar a subzona de Técnicas de acceso descrita no Anexo II). Por outra banda, orixinaba novos problemas ó incrementar nunha alta porcentaxe as necesidades de material.
- Reforzo da estrutura: A necesidade de facer unha estrutura autoportante obrigou a realizar un importante reforzo da estrutura non só para o soporte da mesma senon tamén para facilitar e asegurar o proceso da súa montaxe e desmontaxe.
- Ampliación das plataformas da estrutura: A necesidade de facilitar a montaxe e desmontaxe da estrutura obriga a facer un piso máis na árbore artificial (en vez dos dous orixinais cada 3 metros, faranse catro cada 2 metros). Isto permitirá a

montaxe e desmontaxe manual da árbore con máis seguridade para os operarios.

- 3.- Adquisición dos materiais necesarios: As dificultades indicadas nun punto anterior obrigaron a reconsiderar o material necesario para o proxecto. Tralas oportunas reunións decidiuse priorizar o gasto e dedicar os esforzos á construción da estrutura básica tendo sempre presente a seguridade - tanto na construción ou na montaxe como na súa posterior utilización - e deixar para máis adiante outras operacións complementarias que, se ben mellorarían o proxecto, non son imprescindibles para a súa execución (como o acondicionamento do lugar definitivo de colocación da árbore artificial ou a colocación de barandas complementarias nos pisos da estrutura). A relación dos distintos materiais pódese consultar nas facturas indicadas nos arquivos que acompañan á memoria económica deste proxecto.
- 4.- Desenvolvemento da enxeñería: Nesta fase, unha vez definido o deseño básico, foi necesario definir ben o proxecto e realizar o despece, definir a estratexia construtiva, establecer as unidades produtivas e os fluxos de taller. Para iso foi fundamental a intensa colaboración entre o IES de Salvaterra de Miño e as empresas do sector do metal. Un dos factores determinantes no deseño da árbore para facilitar a súa mobilidade foi a posibilidade de que a montaxe e transporte poidese realizarse de forma manual. Para conseguir este novo obxectivo de deseño foi preciso controlar o peso e as dimensións de cada unha das pezas así como o deseño de novos detalles de unión pois os habituais en edificación non permitían esta rebaixa de peso mantendo a seguridade requirida. Probáronse distintas unións e escolléronse aquelas que se consideraron máis efectivas e fáciles de fabricar. Neste mesmo senso rebaixouse a altura das distintas plantas da estrutura, pois non era factible que un montador eleve unha carga a máis de 2 metros sen axuda de escadas ou outros medios. Este proceso de montaxe manual obrigou a aumentar o número de plantas previstas duplicando o seu número de dúas a catro. Para permitir a elevación das árbores, que completas acadan un peso de 1500 kg, foi preciso reforzar a estrutura central de xeito que o que antes era unha simple escada, pasou a ser unha estrutura portante que soporta a montaxe do resto dos elementos da mesma. Trala definición do proceso produtivo foi necesario xerar a información para a fabricación de cada unha das pezas que se precisaban, así como o deseño de novos moldes e técnicas que facilitaran o proceso. Como parte da validación do deseño, realizáronse probas de carga en prototipos a escala das unións máis críticas con resultados satisfactorios.
- 5.- Elaboración da estrutura: A necesidade de compaxinar os problemas loxísticos coa eficiencia no traballo e coa preceptiva seguridade, esixiu ó persoal e ó alumnado do IES de Salvaterra de Miño un ímprobo esforzo e unha constante reinvencción de técnicas e procedementos que foran solucionando os múltiples problemas de deseño que se ían presentando no proceso.
- 6.- Montaxe da estrutura: Unha vez finalizada a fabricación dos materiais de cada unha das fases da estrutura, o alumnado do IES de Salvaterra de Miño, supervisado polo seu profesorado, foi realizando distintas probas de montaxe da mesma, sempre co asesoramento técnico tanto do profesorado do CIFP A Granxa como da empresa Arbogal 2007, S.L. para a súa adaptación ás necesidades de uso. Débese subliñar, neste senso, que, para cubrir tódolos requisitos legais e mellorar a seguridade, houbo que impartir ó alumnado do IES de Salvaterra de Miño un curso de seguridade en traballos en altura.
- 7.- Controis de calidade: Ó longo de todo o proceso e, por suposto, unha vez finalizada a estrutura, o alumnado do IES de Salvaterra de Miño, guiado polo profesorado do

mesmo foi realizando os distintos controis de calidade necesarios. Ademais da Inspección visual de tódalas soldaduras realizadas, aplicáronse ensaios non destrutivos (líquidos penetrantes e partículas magnéticas) ás soldaduras sometidas ás maiores cargas. Tanto o profesorado do CIFP A Granxa como o persoal técnico das empresas deron o asesoramento necesario durante todo o proceso.

- 8.- Galvanizado en quente: Para esta operación é necesario que a estrutura esté totalmente finalizada, pois unha vez galvanizada non se pode facer ningunha modificación da mesma. Para evitar danos ó galvanizado durante os transportes, montaxes e desmontaxes que poideran mermar a vida útil da árbore artificial, optouse por non galvanizar a estrutura ata despois do seu paso polo Congreso de Innovación e facelo xusto antes da súa instalación no emplazamento definitivo no CIFP A Granxa. Durante tódalas fases do deseño e fabricación contouse co asesoramento dos técnicos de Megalta (empresa colaboradora do proxecto), pois para un correcto galvanizado en quente, é necesario que a estrutura conte coas drenaxes axeitadas e un desño de detalle que non dificulte o proceso de galvanizado.
- 9.- Proxección de poliuretano e pintado final: Esta operación, posterior ó galvanizado está destinada á protección, tanto do galvanizado como dos usuarios da estrutura, para que non se golpeen contra a mesma. Ademais tamén dalle un aspecto máis natural e parecido a cortiza natural das árbores e facilita as labores de gabeo e desprazamento pola estrutura. Durante todo o proxecto se estiveron a estudar distintas opcións para este recubrimento da estrutura. Aínda que a proxección de poliuretano foi a idea orixinal, os contactos conseguidos permitíronos explorar a posibilidade do recubrimento cunha proxección de corcho pero finalmente problemas lóxicos e da empresa subministradora fixéronos desbotar esta alternativa tan interesante.
- 10.- Preparación da zona de instalación da árbore artificial: O cambio do deseño da estrutura obrigou a disminuir o presuposto para esta fase polo que houbo que desbotar de momento o pavimento amortecedor que se ía colocar na base da mesma. De tódolos xeitos houbo que facer un estudio do terreo no emplazamento definitivo no CIFP A Granxa para analizar a súa capacidade portante, asesorados polo profesorado do IES de Salvaterra de Miño. Tamén houbo que ir eliminando obstáculos que poderían entorpecer o acceso do transporte ou a montaxe da estrutura.
- 11.- Transporte e montaxe: A necesidade de levar a estrutura ó Congreso de Innovación da FP á Cidade da Cultura obrigou a realizar un dobre transporte e montaxe da árbore artificial. De toda esta labor encargouse o alumnado do IES de Salvaterra de Miño, supervisado polo seu profesorado, sempre co asesoramento técnico tanto do profesorado do CIFP A Granxa como da empresa Arbogal 2007, S.L.
- 12.- Posta a punto e entrega: Unha vez montado no seu lugar de emprazamento, tanto o provisional na Cidade da Cultura como o seu definitivo no CIFP A Granxa, faise unha posta a punto da estrutura e revisión por parte do alumnado e o profesorado do IES de Salvaterra de Miño. Cando dan por correcta a montaxe, o alumnado e profesorado do CIFP A Granxa e o persoal técnico da empresa Arbogal 2007, S.L. realizan as diferentes probas de uso da estrutura.

1.4 Avaliación final. Indicadores

Dadas as dificultades reflectidas en puntos anteriores desta memoria que obrigaron a apurar moito os prazos de entrega do proxecto, por desgraza, non foi posible realizar unha avaliación profunda e exhaustiva dos resultados obtidos e o desenvolvemento do proxecto tal e como se reflectía no anexo II.

Centro coordinador. Plan de avaliación. Indicadores.

➤ Plan de avaliación:

Tendo en conta que os atrasos na finalización da estrutura fixeron materialmente imposible un traballo extenso na árbore artificial é difícil facer unha avaliación rigorosa de se os materiais obtidos cumpren as expectativas xeradas con este proxecto. De tódolos xeitos, no continuo seguimento feito durante a fabricación dos materiais do proxecto, realizouse unha autoavaliación periódica de todo o traballo, mediante a revisión do deseño para mellorar os procedementos. Isto permite intuír que a estrutura cumprirá de sobras con tódalas esperanzas postas na árbore artificial. As mostras dadas polo comportamento da estrutura nos distintos controis que se foron realizando ó longo da súa construción dan sobradas mostras da seguridade que se obterá no traballo diario nela.

➤ Indicadores:

Tal e como se indicou nos puntos anteriores, ó non haber podido realizar a avaliación final prevista, non se poden dar datos fiables dos indicadores sinalados no Anexo II.

Centro participante. Plan de avaliación. Indicadores.

➤ Plan de avaliación:

Tendo en conta que os continuos cambios no deseño e a obrigada adaptación as circunstancias deste proxecto orixinaron atrasos na finalización da estrutura, foi difícil facer unha avaliación rigorosa de se os materiais obtidos cumpren as expectativas xeradas con este proxecto. De tódolos xeitos, no continuo seguimento durante a realización dos materiais do proxecto, realizouse unha autoavaliación periódica de todo o traballo, mediante a revisión do deseño para mellorar os procedementos e permítese intuír que a estrutura cumprirá tamén de sobras con tódalas esperanzas postas na árbore artificial.

- ✓ Durante a realización dos materiais, para a mellora do proxecto: Durante o proceso de fabricación realizáronse diversos controis de calidade con resultados excelentes:

- ◆ **Control dimensional:** Comprobación de medidas lineais, angulares e espesores. Control dimensional das preparacións de bordes para a soldadura e aliñado das pezas a soldar, especialmente as unións tubo-tubo, tubo-brida e os enxertos de tubo.

- ◆ **Control de defectos na soldadura:** Inspección visual previa á soldadura, durante a soldadura e posterior á soldadura. Inspección mediante líquidos penetrantes e partículas magnéticas.
 - ◆ **Control de defectos na montaxe:** Control de nivelación e aplomado da estrutura.
- ✓ Trala realización dos materiais, para analizar os resultados finais:
- ◆ **Control do prezo:** Consegúíuse manter o presuposto adxudicado. Á data da realización do Congreso de Innovación educativa, o número de horas-home empregadas na estrutura é de 3450 horas. Ó custo por hora máis común entre as empresas do sector (25 euros por hora-home), o custo antes de impostos e sen considerar o beneficio industrial é duns 86250 euros. A pesares da complexidade do traballo realizado (hai que ter en conta que se está a traballar nun prototipo) o custo está dentro dos parámetros de competitividade do sector.
 - ◆ **Control dos prazos:** Os prazos de execución respetáronse en duración pois só se necesitou un trimestre para a fabricación da estrutura. O que non se puido manter foron as datas de ditos prazos pois polos motivos explicados neste informe, non se puido dar comenzo á fabricación ata xa avanzado o curso. Antes desta data realizáronse tarefas de deseño, acopio de materiais, probas e validacións de deseños e formación dos alumnos participantes no proxecto, os cales foron formados e avaliados con boa nota durante o primeiro trimestre do curso acadando, e superando en moitos casos, os criterios mínimos de avaliación especificados na programación do módulo de SAP do ciclo.

➤ **Indicadores:**

Os controis de calidade realizados cumpren os requisitos técnicos e normativas de fabricación de estruturas metálicas. A porcentaxe de pezas desbotadas por fallos na fabricación foi insignificante. Desbotáronse tan só 3 pezas que non se puideron nin recolocar nin reciclar.

1.5 Conclusións. Valoración global do proxecto e previsións de futuro

Dadas as dificultades reflectidas en puntos anteriores desta memoria, por desgraza, non foi posible avaliar perfectamente tódolos resultados previstos do proxecto, quedando para actuacións futuras a realización dos distintos manuais, protocolos de actuación, listas de cotexo, táboas de observación e banco de preguntas e a avaliación final do proxecto.

Centro coordinador.

As principais conclusións que se manifestaron ó longo do proceso foron as seguintes:

- A instalación da árbore artificial permitirá no futuro realizar a aprendizaxe das técnicas de traballos en altura en arboredo cunhas altas doses de seguridade tanto para o alumnado e o profesorado como para o Patrimonio arbóreo do CIFP A Granxa.
- A estrutura realizada, ao ser desmontable, necesitou un reforzamento importante da estrutura para garantir a súa estabilidade e seguridade. Aínda que este feito ten a vantaxe da súa mobilidade, na práctica dificilmente se trasladará da súa ubicación definitiva tanto polas dificultades técnicas como económicas para realizalo. Ademais este feito supón tamén un importante incremento do prezo final da estrutura.
- A realización dunha estrutura fixa tal e como se deseñou no anteproxecto orixinal, coas modificacións pertinentes ou as melloras que se estimen interesantes unha vez comprobada a utilidade da árbore, pode ser tan eficiente como a realizada e moito máis económica.
- A instalación é perfectamente exportable a outros centro de ensino (desta familia agraria ou doutras familias da FP se o necesitasen) como para outros organismos (bombeiros, equipos de rescate e salvamento, empresas, etc.) que o poderían utilizar para o adestramento do seu persoal.
- Pode ser moi interesante complementar esta estrutura con outro tipo de recursos como vídeos, presentacións e fotografías nos que se expliquen as técnicas, os procedementos paso a paso, se expliquen exemplos, etc.

Tal e como se apuntou noutros apartados desta memoria e, a pesares das dificultades sufridas no proceso, a valoración global do mesmo foi moi positiva, tendo en conta que, aínda que os materiais poden ser mellorables, tódolos actores involucrados no proxecto manifestaron que este tipo de materiais poden ser dunha axuda inestimable no proceso de ensino aprendizaxe en especial en familias como a agraria que son moi deficitarias neste tipo de recursos.

Centro ou centros participantes.

A participación neste proxecto supuxo para o centro, entre outras, as seguintes melloras:

- O desenvolvemento de novas tecnoloxías de mecanizado aplicables á fabricación de estruturas metálicas.

- O desenvolvemento de novos detalles construtivos en unións de estrutura metálica atornillada.
- O desenvolvemento de novos útiles para a centraxe de tubarías previo á soldadura.
- A aplicación de forma extensiva de novas técnicas de soldadura TIG, especificamente a técnica “Lay Wire” que demostrou ser clave á hora de incrementar a produtividade do proceso TIG.
- O desenvolvemento da técnica de taladrado por “plantilla flotante”.
- A aplicación extensiva dos útiles para posicionado e soldadura de pezas en serie.
- O ensino, por primeira vez en Galicia, das técnicas de montaxe de estruturas metálicas atornilladas a escala real.
- O ensino e aplicación por parte do alumnado das técnicas de elevación de cargas, movemento e volteo de pezas usando polipastos diferenciais de cadeas, acolladores, cáncamos e grillóns empregando as técnicas habituais tanto nos estaleiros como nas empresas de caldeiraría pesada da comarca.

1.6 Memoria de xustificación económica

Gastos xerais do proxecto

O orzamento indicado na solicitude do proxecto, tal e como se indica no Anexo I da *RESOLUCIÓN do 09 de maio de 2017 da Dirección Xeral de Educación, Formación Profesional e Innovación Educativa pola que se resolven os premios para o desenvolvemento de proxectos de innovación tecnolóxica ou científica e proxectos de innovación didáctica no ámbito da Formación Profesional en centros públicos dependentes da Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria, onde se impartan ensinanzas de Formación Profesional, convocados na resolución do 22 de decembro de 2016*, foi reducido considerablemente, sendo concedido finalmente un orzamento de **20792.90 €**.

Os citados gastos xerais do proxecto indícanse no arquivo adxunto:

[2017_XUSTIFICACIÓN_ECONÓMICA_PROXECTO_36007552.pdf](#)

Xustificación de gastos individuais de cada centro

Esta redución da cantidade concedida repartiuse equitativamente de acordo coa porcentaxe indicada entre os centros participantes, quedando finalmente os gastos de cada centro repartidos do seguinte xeito:

- **CIFP A Granxa :** **6925,96 €**

Os gastos deste centro repártense entre unha partida de aceiro necesaria para a ampliación da estrutura e a adquisición de diverso material para a montaxe de diversos elementos para o uso da estrutura, material de seguridade e sinalización, material de gabeo e material de oficina.

O desagregamento dos gastos do centro se indica no seguinte arquivo adxunto:

[2017_XUSTIFICACIÓN_ECONÓMICA_CIFPAGRANXA.pdf](#)

- **IES de Salvaterra de Miño:** **13866,94 €**

Os gastos deste centro repártense entre a adquisición de diverso material funxible para a construción da estrutura e a de material de traballo nun taller de soldadura.

O desagregamento dos gastos do centro se indica no seguinte arquivo adxunto:

[2017_XUSTIFICACIÓN_ECONÓMICA_IESSALVATERRA.pdf](#)

2. Resultados do proxecto

2.1 Árbore artificial

A instalación da árbore artificial é o resultado fundamental e máis importante de este traballo. Grazas a súa construción poderanse conseguir os obxectivos básicos que se pretendían no CIFP A Granxa coa presentación deste proxecto, é dicir:

- Obter unha estrutura para o aprendizaxe e a practica segura dos traballos en altura en arboredo.
- Ter a oportunidade de practicar nunha soa instalación tódalas posibilidades de traballo que se poden atopar nunha árbore.
- Conseguir frear a degradación do Patrimonio arbóreo do centro.

O resto dos resultados previstos no proxecto deberán quedar para máis adiante cando o seu uso mási habitual permita realizar con máis coñecemento de causa os previstos Manuais de uso e mantemento, os Protocolos de actuación para o traballo na árbore artificial e os modelos de avaliación sobre as actividades de traballos en altura en arboredo (Listas de cotexo, Táboas de observación e Banco de preguntas para as probas escritas).

2.2 Procedementos de fabricacion y montaje de estructura metalica atornillada

A realización de este proxecto non permitiu ó Departamento de Soldadura e Caldeiraría do IES de Salvaterra de Miño conseguir resultados materiais tanxibles significativos, mais os resultados intanxibles indicados en apartados anteriores en forma de novos coñecementos e técnicas, permitirá unha importante mellora do ensino dos resultados de aprendizaxe indicados no currículo do ciclo impartido no centro.

Os autores.