



IV Congreso EECN
Edificios Energía Casi Nula
Madrid, 13-14 Diciembre 2017

**“POTENCIAL DE LOS SISTEMAS DE VENTILACIÓN NATURAL
PASIVA EN LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO.
PROYECTO PILOTO DE UN COLEGIO EN ANDALUCÍA”**

Carmen Roldán Vendrell

Directora de Obras y Construcciones Educativas

Agencia Pública Andaluza de Educación/Consejería de Educación

ESQUEMA DE LA PRESENTACIÓN

1. **INTRODUCCIÓN, ANTECEDENTES Y OBJETIVO**
2. **LOS EDIFICIOS ESCOLARES: MARCO DE ACTUACIÓN Y PARTICULARIDADES**
3. **CALIDAD DEL AMBIENTE INTERIOR. PROBLEMAS DE LOS SVM**
4. **VENTILACIÓN NATURAL: ANTECEDENTES, FUNDAMENTOS Y ESTRATEGIAS Y NORMATIVA DE REFERENCIA**
5. **METODOLOGÍA DEL PROYECTO:**
 - a) **Análisis y cálculo**
 - b) **Aplicación práctica**
 - c) **Test de resultados**
6. **CONCLUSIONES**

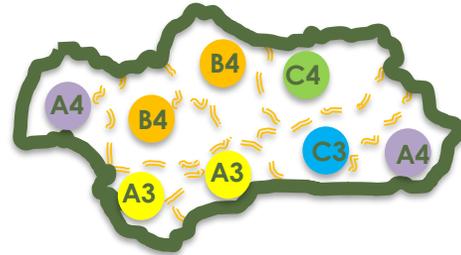
1. INTRODUCCIÓN, ANTECEDENTES Y OBJETIVO

- El 40% de la energía consumida en la UE → funcionamiento de los edificios
- El 60% de este consumo → sistemas de HVAC
- Cumplir con los objetivos marcados por las Directivas Europeas y los edificios de consumo casi nulo → reducción del consumo de energía para el acondicionamiento interior
- SVN → garantizar Calidad del Aire Interior (CAI) + confort
→ consumo mínimo de energía eléctrica (más de 90 publicaciones en Scopus en los últimos 10 años relacionadas con el tema)
- Aplicación en un EDIFICIO ESCOLAR en ANDALUCÍA
→ alternativa a los SVM utilizados desde la publicación de la última versión de (RITE) 2007

2. LOS EDIFICIOS ESCOLARES. MARCO DE ACTUACIÓN Y PARTICULARIDADES

- Nº EDIFICIOS

- ➔ Zona Mediterránea > 80.000
- ➔ Andalucía > 4.500



- SECTOR ÚNICO, tipologías específicas y patrones de uso particulares



- CONSUMO DE ENERGÍA

Sólo España 4% ➔ de la energía del sector comercial

- ➔ Organización racional de los espacios
- ➔ Demanda de calefacción reducida
- ➔ Uso 50% año, 25% horas del día
- ➔ Aulas = ocupación intermitente + alta densidad
- ➔ CAI – rendimiento académico

3. CALIDAD DEL AMBIENTE INTERIOR. PROBLEMAS DE LOS SMV

1. EDIFICIOS USO EDUCATIVO

→ CAI tradicionalmente = Vent. Natural



2. CTE → > HERMETICIDAD = control de la VENTILACIÓN

3. DBHS → vivienda / otros usos → RITE 2007 → Vent. Mecánica / UTAS



PROBLEMAS USO EDUCATIVO

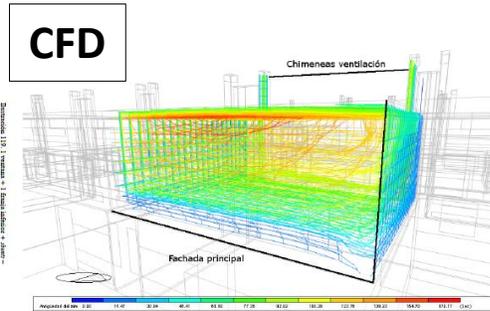
- no aprovechamiento del clima
- elevado uso de energía eléctrica
- conductos vs salubridad
- coste económico
- mantenimiento exigente

4. VENTILACIÓN NATURAL

ANTECEDENTES, FUNDAMENTOS, ESTRATEGIAS Y NORMATIVA DE REFERENCIA

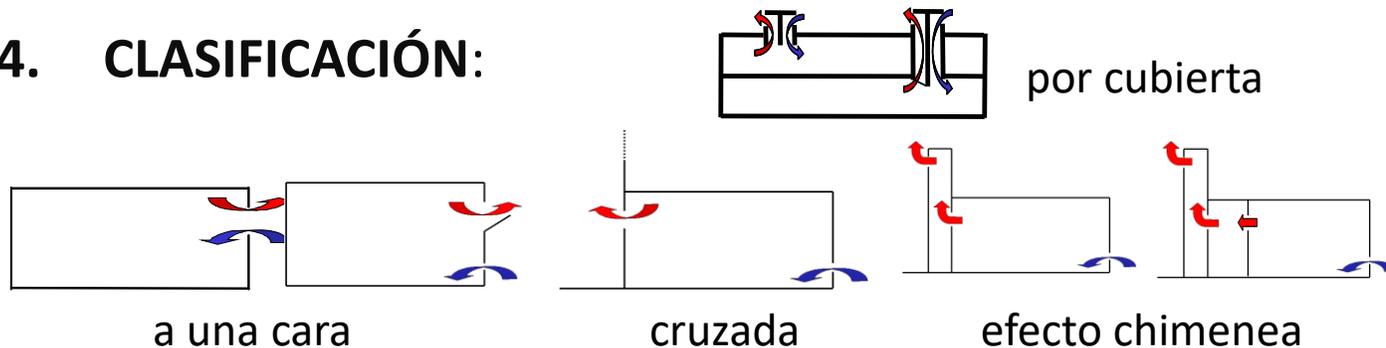
1. Los SVN mejoran la CAI reduciendo el consumo de energía

2. No son infiltraciones. **Diseño, CÁLCULO** y dimensionamiento



3. Funcionamiento **Mecánica de FLUIDOS** (viento + diferencia de presiones) → Ecuaciones de Navier-Stokes

4. **CLASIFICACIÓN:**

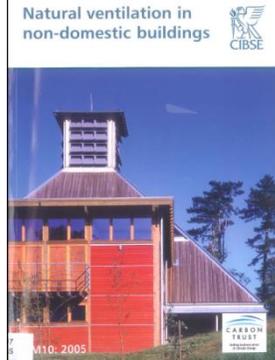


5. **NORMATIVA:** BB 101, AM10...

Building Bulletin 101
Ventilation of School Buildings



Fuente: BB101



Fuente: CIBSE

6. **EJEMPLOS: UK**



Fuente: Windowmaster



7. **ANTECEDENTES** Andalucía



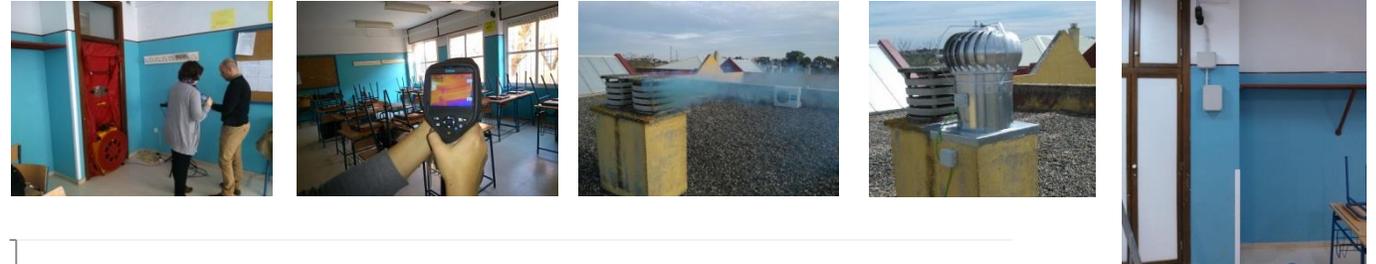
5. METODOLOGÍA DE PROYECTO

- a) análisis y cálculo
- b) aplicación práctica
- c) test de resultados

a.1) Análisis

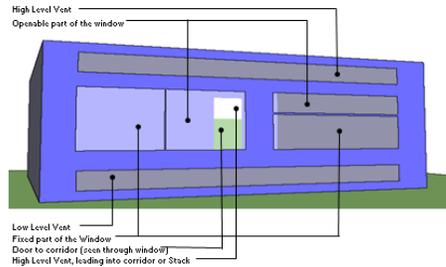
De la normativa de referencia, ejemplos y casos prácticos de diseño

Ensayos y monitorización de ejemplos existentes en uso en Andalucía



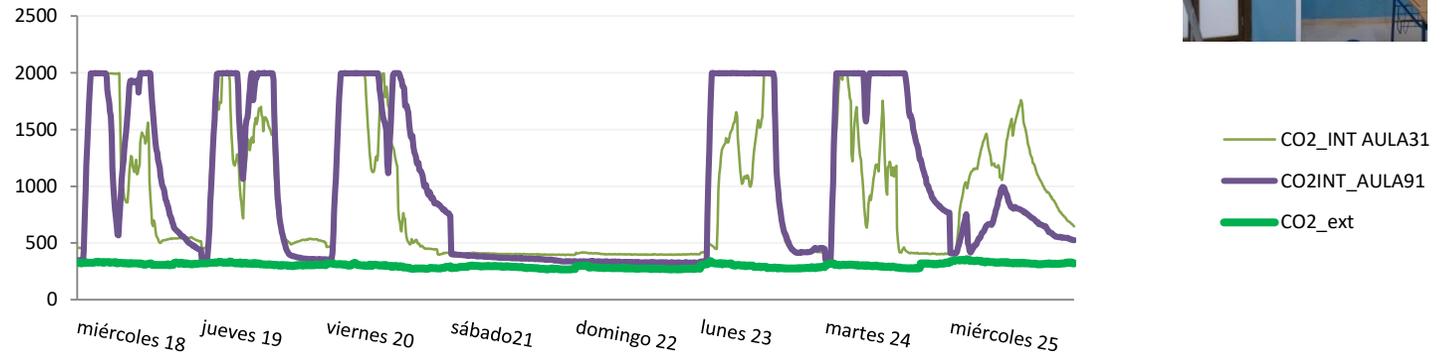
Classvent - This tool produces the "equivalent" area of ventilation openings required for the supply of a specific volume flow per person

Legend of typical ventilation elements



ClassRoom Geometry	
Width - m	8,00
Depth - m	1,10
Ceiling height for highest level for opening - m	3,00
Slab height - m	3,33
Number of Floors	2
ClassRoom Occupancy	
Number of Pupils	25
Teacher (1 or 2?)	1
Design and Environmental Variables	
Temperature Profile - default season or user	Winter
Default temperatures	Outside Inside
Winter	5 20
MidSeason	11 20
Summer	24 21
Other - User defined temperatures	25 21
Required Volume flow	litres/sec
Equivalent to	0,21
Equivalent to	4,1
Go to any strategy by clicking	
Single Vent	Yes (Stack rooms + stacks)
Vent & Windo	Yes (Stack rooms + corridors)
CrossFlow	Yes (Roof Terminal)

This spreadsheet is a simple tool to predict the area of the openings needed to provide external air under specified conditions. The recommended ventilation values are: 3, 5 or 8 litres/second/person. The User should enter the geometry and occupancy for the room and then progress through the various design scenarios as indicated on the tabs below. Six possible combinations are given that include variations of Single Vent, CrossFlow, Stack ventilation and roof mounted split-duct terminal. The "Single Vent" is either a single opening like a window or a vent; the "Vent Window" has two identical vents at different heights, but also allows the user to change the area of the top vent/window (which will then produce a different area for the bottom vent/window). The "CrossFlow" case looks at displacement ventilation with the window/vents on two opposite walls; the "Stack(singl)" and "Stack(multiple)" cases look at stack ventilation with either a room flowing directly into a stack, or a number of rooms flowing into a corridor which is connected to the stack. The "Roof Terminal" case looks at split-duct devices like the "Windcatcher" (Moondraaq), "Airscoop" (Passivent) or "Windrest" (Midtherm). Most cases allow a multi-storey layout and the presence of wind. The temperatures recommended as the default conditions for each period of the year are as shown in the table above. The tool provides the area required to provide the ventilation rates requested by the user and it also provides the pressure at the inlet/outlet for the windows. Note: the areas predicted are equivalent areas - i.e. they will pass the same volume of air as a square edged orifice of the same area. The "hole in the wall" to install an actual ventilator that provides this equivalent area will be greater than these calculations imply. See the "Equivalent Area" page for more information.



Se analiza la viabilidad de su aplicación en Andalucía para cumplir con las exigencias técnicas del RITE, estudiando las posibilidades que ofrecen los programas de cálculo de CFD y las herramientas existentes en el mercado

NORMATIVA DE REFERENCIA: Natural Ventilation in non-domestic buildings" CIBSE Applications Manual AM10; "Building Bulletin 101. Ventilation of School Buildings" CIBSE. Regulations Standards. Design Guidance; "Integrated School Design" CIBSE TM-57. I

5. METODOLOGÍA DE PROYECTO

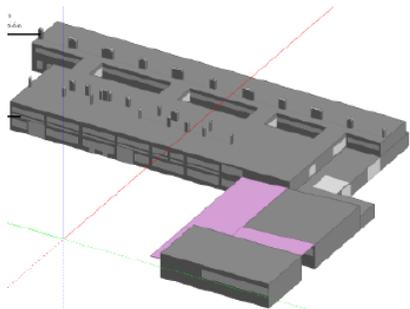
Se analiza la viabilidad de aplicación de SVM en Andalucía para cumplir con las exigencias técnicas del RITE, estudiando las posibilidades que ofrecen los programas de cálculo de CFD y las herramientas existentes en el mercado

a.2) Cálculo



Comprobada es factible como alternativa al RITE (UTAS) se utiliza Designbuilder (cálculo termodinámico y CFD)

MODELO DE CÁLCULO



Edificio prototipo



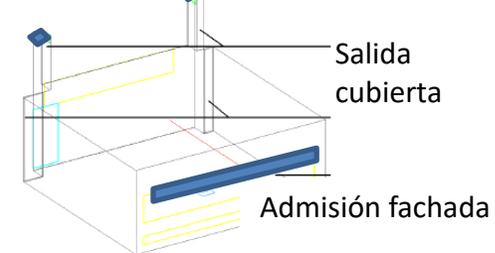
Espacios alta densidad de ocupación

SVM



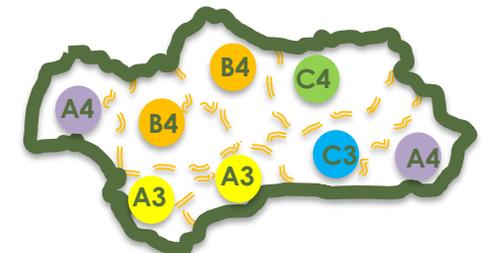
UTAS c/recuperadores
Calefacción radiadores + caldera (ambos)

SVN



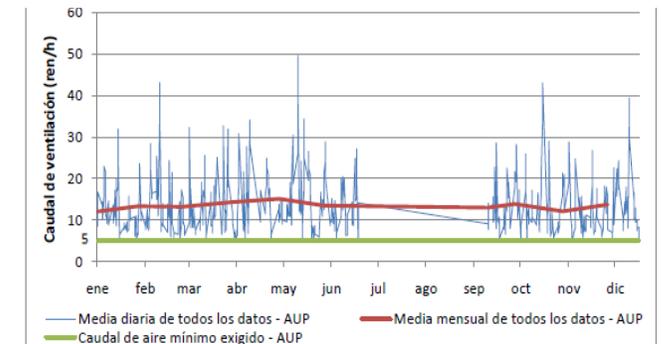
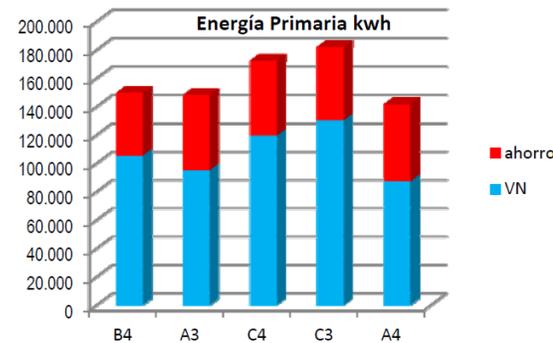
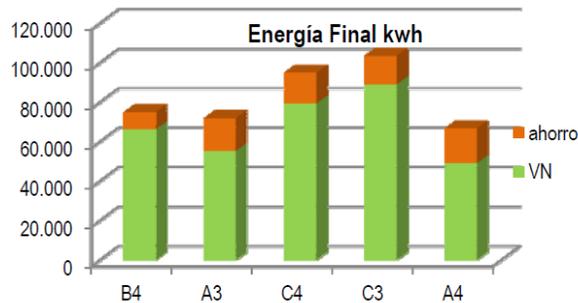
SVN c/ aula c/ sondas CO₂
Calefacción radiadores + caldera (ambos)

SVM + SVN en cada ZC



10 simulaciones total + CFD

RESULTADOS

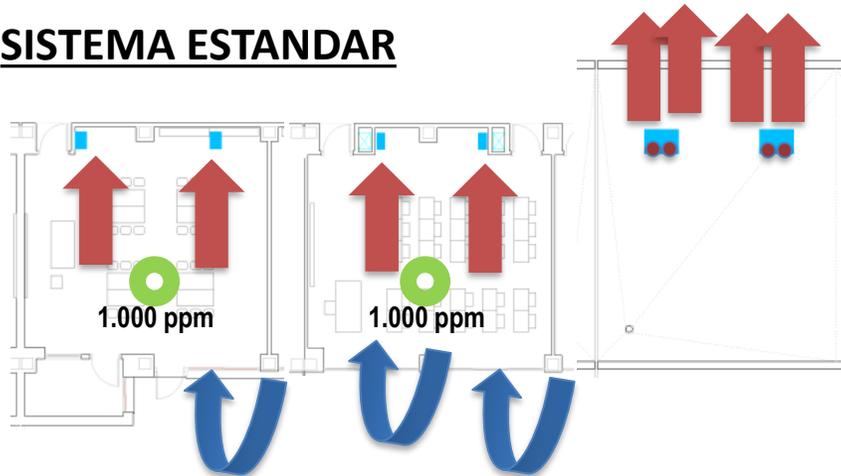


5. METODOLOGÍA DE PROYECTO

b) Aplicación Práctica

Con los resultados obtenidos se diseña un sistema estándar para los nuevos edificios escolares.

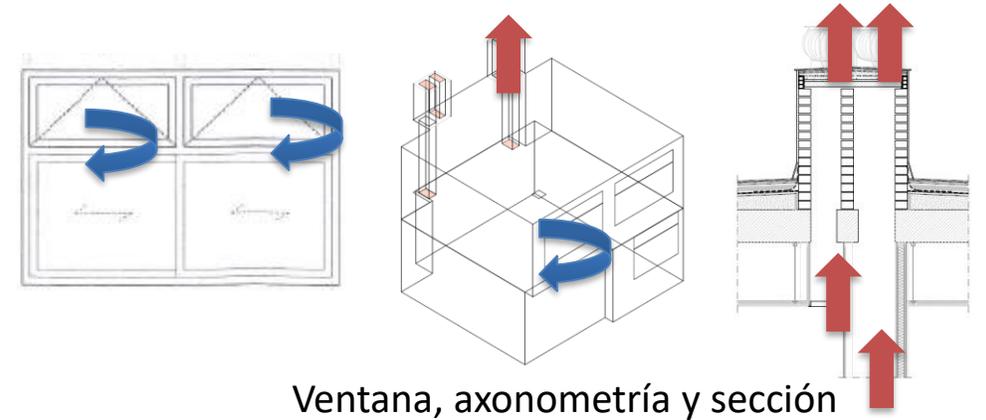
SISTEMA ESTANDAR



Plantas: baja, primera y cubierta



Aireador dinámico: mejor funcionamiento , incrementa su eficacia si además se le dota de un motor para funcionamiento híbrido



Ventana, axonometría y sección



5. METODOLOGÍA DE PROYECTO

c) Test de resultados

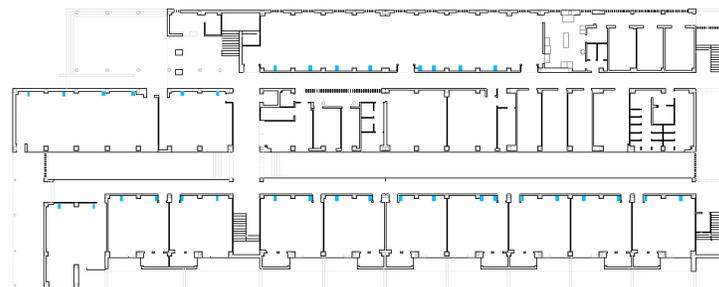
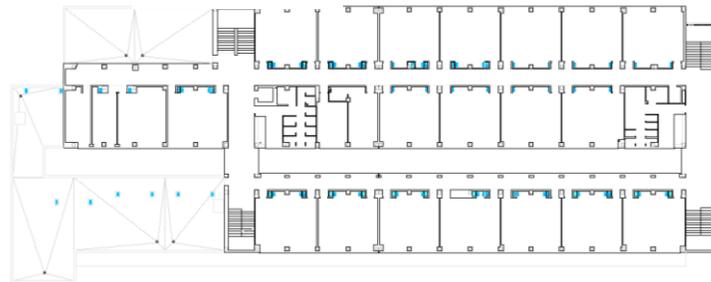
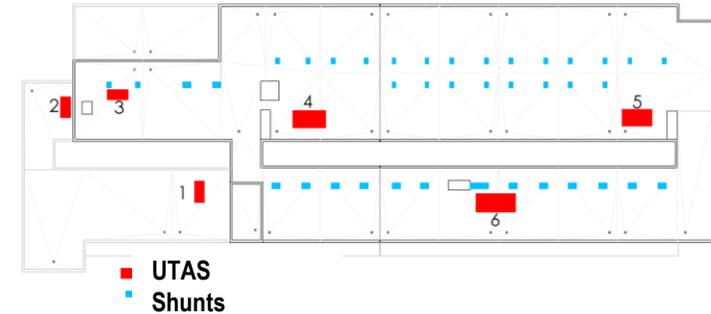
En 2017 se construye el primer edificio con este SVN estándar que servirá como test para analizar comparativamente el funcionamiento, consumo y prestaciones de ambos sistemas y validar la operación del SNV. también se incluye un SVM compuesto por 6 UTAS en cubierta

EDIFICIO TEST



Área metropolitana de Sevilla
Buena CAE
Zona climática B4

Planta baja + primera
4.300 m² construidos
Infantil y primaria (3-12 años)
27 aulas/ 25 niños/aula
Horario 9:00-14:00 horas
Comedor 14:00-16:00
178 días lectivos
Extraescolares octubre-mayo
(deporte)



Pot. térmica 250,2 kW (caldera gas natural)
Pot. eléctrica 294,5 kW (debido al SVM) + CT
Coste total 4.464.839,49 €
SVN 59.000 €
SVM 230.105 € (5,54% del coste total)



178 días lectivos
+ SVM operando 4
horas/día



**AHORRO
ELECTRICIDAD =**
25.988 kWh/año



**AHORRO
ENERGÍA
PRIMARIA =**
52.770 kWh /año
(considerando
sobregasto
calefacción)

**AHORRO
EMISIONES CO₂ =**
35,3 T/año

6. CONCLUSIONES

1. **EDIFICIOS DE USO EDUCATIVO** → **SECTOR ÚNICO**. Factor de diseño
2. **SVN** → **CAI** (edificios escolares-clima templado) **ALTERNATIVA FACTIBLE, VIABLE, SOSTENIBLE Y RENTABLE** (mayor eficiencia energética-Directivas Europeas)
3. **AHORROS ANUALES** → hasta el **26% En. Final; 49% emisiones CO₂**
4. **GARANTÍA SALUBRIDAD** (no están sometidos a requerimiento de mantenimiento exhaustivo, cambio de filtros, etc... .)
5. **EDIFICIO TEST** → ahorros: **52.770 kWh/año En. Primaria; 35,3 T CO₂**
6. **EDIFICIOS DE BAJO CONSUMO ENERGÉTICO** en otras tipologías edificatorias. Potencial **REFRIGERACIÓN PASIVA**.



IV Congreso EECN

Edificios Energía Casi Nula

Madrid, 13-14 Diciembre 2017

mcarmen.rolan.v@juntadeandalucia.es

maite.gil@juntadeandalucia.es

Este estudio se desarrolla como parte del proyecto ClimACT (SOE1/P3/P0429EU) dentro del programa Interreg Sudoe Programme, financiado por los Fondos Europeos de Desarrollo Regional.
Como Agencia Pública Andaluza de Educación agradecemos a todos los implicados en el proyecto su colaboración



Agencia Pública Andaluza de Educación
CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN

