

Model metropolità d'escoles NZEB

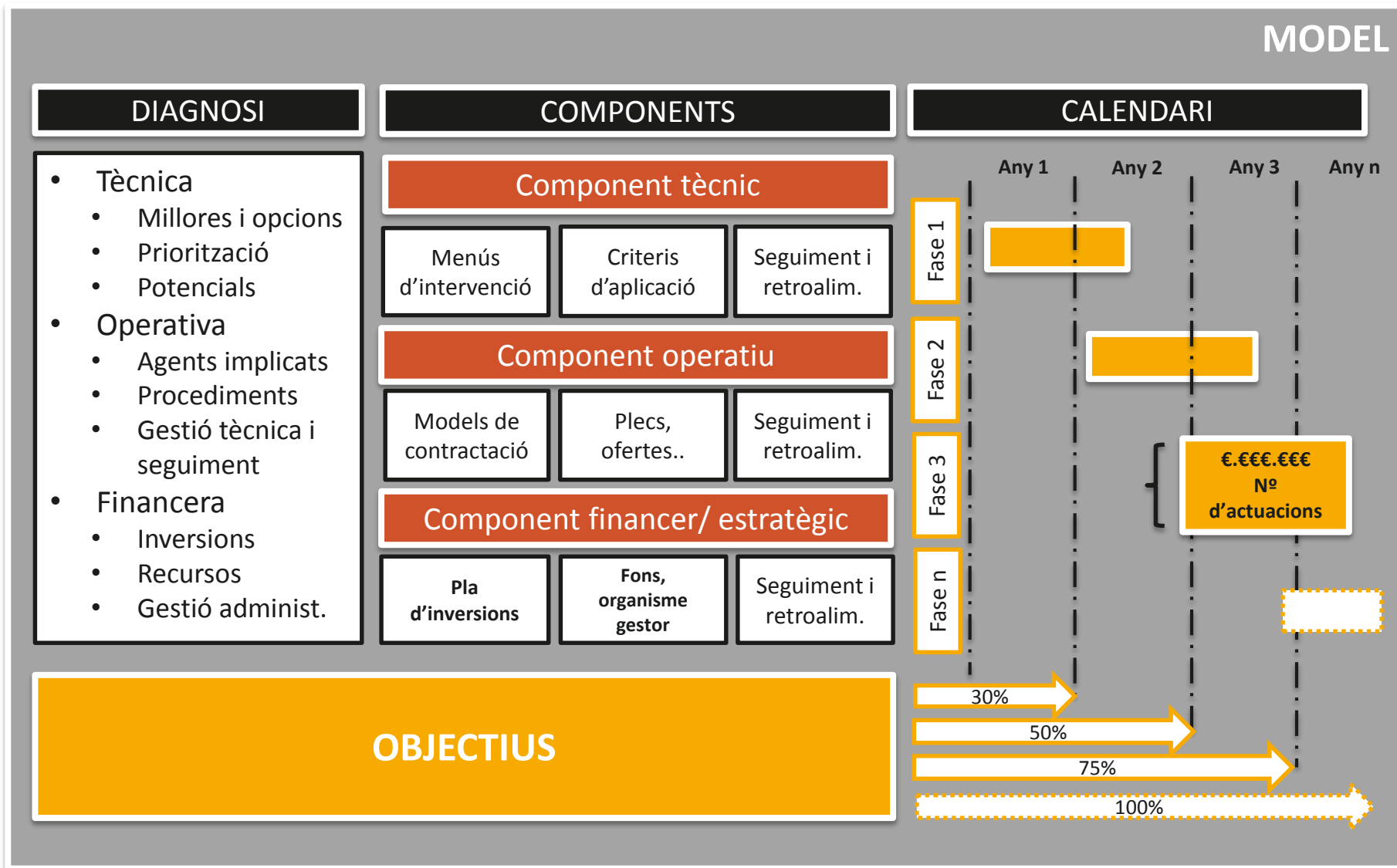
una estratègia de rehabilitació energètica integral

Procés de contextualització i posada en comú
Sessió plenària. Barcelona, 6/03/2019



OBJECTIU

Engegar un procés de debat que permeti incorporar els punts de vista de tots els actors implicats als estudis de diagnosi realitzats per l'AMB fins al moment, per tal de consolidar un Model Metropolità de Rehabilitació Energètica d'escoles amb criteris NZEB.



CONTEXT – Experiències AMB

2015 – 3 estudis de viabilitat Castelldefels, St Adrià del Besòs i Viladecans

2016 – 1 projecte bàsic Pallejà

2017 – 1 estudi de mesures Gavà



Embrió Model metropolità escoles NZEB



CONTEXT – Experiències AMB

Harmonització entre informació i conclusions d'estudis previs promoguts des de l'AMB



Es considera viable el següent planning per la realització de les intervencions.

A la proposta s'han ajuntat, al primer any, les intervencions a nivell d'instal·lacions i a l'interior de l'escola, i al segon any les intervencions a l'envolupant i exterior dels edificis. La decisió de realitzar el primer any un paquet o l'altre de les obres dependrà de molts factors (principalment tècnics i econòmics) que el mateix projecte executiu podrà avaluar amb els tècnics de l'ajuntament, per acabar de decidir l'ordre de prioritats de les intervencions.

No obstant es considera que a nivell de paquets d'obres aquesta és la proposta la més lògica per reduir costos i temps d'execució.

ESCENARI 1

ANY 1		JUNY	JULIOL	AGOST
INTERVENCIÓNS A L'INTERIOR DEL CENTRE ESCOLAR I INSTAL·LACIONS				
M6	AÏLLAMENT COBERTA PER INTERIOR I PLADUR ACÚSTIC			
M8	CALDERA BIOMASSA			
M9	CANVI RADIADORS/EMISSORS			
M14	CANVI IL·LUMINACIÓ LEDS			
M10	AÏLLAMENT CONDUCTES ACS			
M11	PRODUCCIÓ ACS AMB BIOMASSA			
M12	CONNEXIÓ RENTAVAIXELLES AIGUA CALENTA			
M13	BATERIA DE CONDENSADORES			
INVERSIÓ 1er any			602.147,92 €	
ANY 2				
INTERVENCIÓNS A L'ENVOUPANT DEL CENTRE ESCOLAR				
M1	AÏLLAMENT FAÇANES			
M2	CANVI FUSTERIES			
M4	PROTECCIÓNS SOLARS			
M7	AÏLLAMENT FORJAT PORXO NORD			
M14	PLAQUES FOTOVOLTAÏQUES			
INVERSIÓ 2on any			412.471,62 €	

ESCENARI 2

ANY 1		JUNY	JULIOL	AGOST
INTERVENCIÓNS A L'INTERIOR DEL CENTRE ESCOLAR I INSTAL·LACIONS				
M6	AÏLLAMENT COBERTA PER INTERIOR I PLADUR ACÚSTIC			
M8	CALDERA BIOMASSA			
M9	CANVI RADIADORS/EMISSORS			
M14	CANVI IL·LUMINACIÓ LEDS			
M10	AÏLLAMENT CONDUCTES ACS			
M11	PRODUCCIÓ ACS AMB BIOMASSA			
M12	CONNEXIÓ RENTAVAIXELLES AIGUA CALENTA			
M13	BATERIA DE CONDENSADORES			
M5	HIVERNACLES PATIS			
INVERSIÓ 1er any			922.841,59 €	
ANY 2				
INTERVENCIÓNS A L'ENVOUPANT DEL CENTRE ESCOLAR				
M1	AÏLLAMENT FAÇANES			
M2	CANVI FUSTERIES			
M4	PROTECCIÓNS SOLARS			
M7	AÏLLAMENT FORJAT PORXO NORD			
M16+M17	PLAQUES FOTOVOLTAÏQUES			
M3	AMPLIACIÓ FORATS FAÇANA SUD			
INVERSIÓ 2on any			554.306,82 €	

CONTEXT – Experiències AMB

Harmonització entre informació i conclusions d'estudis previs promoguts des de l'AMB



Aquest estudi ha analitzat la rehabilitació de 3 CEIPS per aconseguir el compliment de l'estàndard Passivhaus.

Els centres estudiats són:

- CEIP El Garrofer a Viladecans
- CEIP Margalló a Castelldefels
- CEIP Cascavell a Sant Adrià del Besòs

5. ANÀLISI COMPARATIU DELS RESULTATS OBTINGUTS I CONCLUSIONS

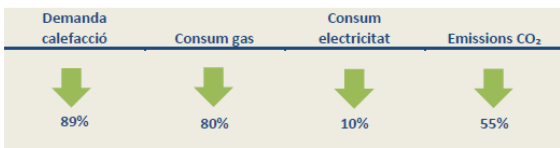
La següent taula mostra una comparativa dels resultats obtinguts amb la simulació energètica de l'edifici en els tres casos estudiats.

	PH adaptat a mediterrani	PH certificable	Qualificació energètica B	Estat actual
Demanda calefacció (kWh/m ² .a)	9,3 (11,6)*	9,3 (11,6)*	46,7	101,1 (125,5)*
Consum elèctric (kWh/m ² .a)	21,2 (26,3)*	27,3 (33,9)*	16	21,2 (26,2)*
Consum gas (kWh/m ² .a)	12,6 (15,6)*	12,6 (15,6)*	45,8	103,5 (128,5)*
Emissions CO ₂ (T/a)	45,6	58,9	64	98,0
Demanda energia primària (kWh/m ² .a)	66,5 (82,6)*	84,7 (105,2)*	116	171,6 (213,0)*
Cost rehabilitació**	767.315 €	881.435 €	609.585 €	
Cost rehabilitació** (€/m ²)	274,0	314,8	217,7	
Amortització (anys)	19	23,5	21,5	

Taula comparativa de les tres opcions d'intervenció a l'escola El Garrofer de Viladecans

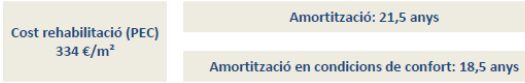
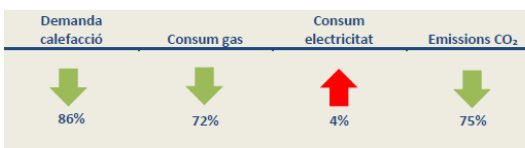
REHABILITACIÓ PASSIVHAUS ADAPTAT AL CLIMA MEDITERRANI DE L'ESCOLA GARROFER DE VILADECANS

Taula resum de millores de l'opció de rehabilitació Passivhaus adaptat a clima mediterrani



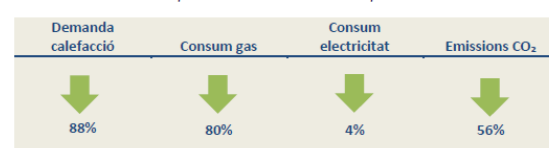
REHABILITACIÓ PASSIVHAUS CERTIFICABLE DE L'ESCOLA DE CASTELDEFELS

Taula resum de millores de l'opció de rehabilitació Passivhaus certificable amb caldera de gas d'alt rendiment



REHABILITACIÓ PASSIVHAUS ADAPTAT A CLIMA MEDITERRANI DE L'ESCOLA CASCAVELL A SANT ADRIÀ DEL BESÒS

Taula resum de millores de l'opció de rehabilitació Passivhaus adaptat a clima mediterrani



CONTEXT – Experiències AMB

Harmonització entre informació i conclusions d'estudis previs promoguts des de l'AMB

SE societat orgànica

Estudi per a la rehabilitació energètica nZEB del CEIP Salvador Lluç a Gavà

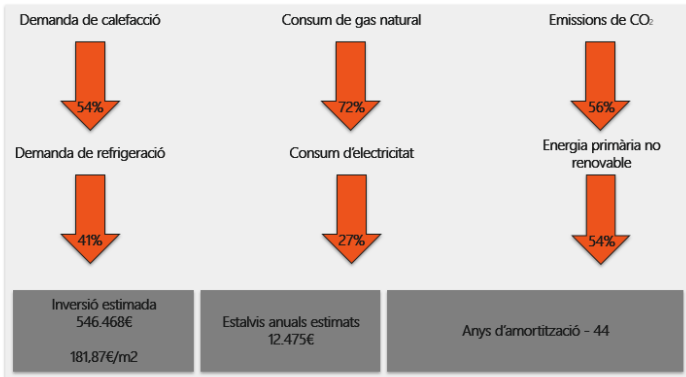
Maig 2018

Diagnosi general del CEIP Salvador Lluç

Concepte	Estat Actual	Diagnosi/Estratègies
Electricitat	- Despesa anual total 15.000€, despesa anual en consum 7.500€. - Consum anual Energia final 75.000kWh - Consum anual Energia primària NR 146.550kWh - El consum representa un 51% del total de la factura. - La potència contractada ha estat reduïda i ajustada a les necessitats a l'any de 2016.	- Reduir consum - Agrupar factures de diferents fonts d'energia - Sol·licitar ofertes per contractació a lliure mercat
	- Despesa anual total 11.000€, despesa anual en consum 7.600€ - Consum anual Energia final 190.000kWh - Consum anual Energia primària NR 226.100kWh - El consum representa un 69% del total de la factura.	
Gas Natural	- Despesa anual total 26.000€, despesa anual en consum 15.100€ - Consum anual Energia final 265.000kWh - 88kWh/m2 - Consum anual Energia primària NR 372.650kWh - 124,02kWh/m2	- Reduir consum per enllumenat (fonts naturals, temporitzadors, sensors presència, etc) - verificar equips en stand-by - planificar procés de neteja que permeti reduir consum - sectoritzar circuits hidràulics de calefacció nord/sud
	- Despesa anual total 26.000€, despesa anual en consum 15.100€ - Consum anual Energia final 265.000kWh - 88kWh/m2 - Consum anual Energia primària NR 372.650kWh - 124,02kWh/m2	
Total	- Consum molt distribuït. Destaquen Enllumenat Ofimàtica i Cuina - 14% del consum és nocturn - 17% del consum en període de neteja - 41% de mestres necessiten equip addicional per calefacció (estufes elèctriques)	- reduir demanda calefacció - regular temperatura de consigna interior - valorar possibilitats d'incrementar el rendiment de la instal·lació
	- Consum molt distribuït. Destaquen Enllumenat Ofimàtica i Cuina - 14% del consum és nocturn - 17% del consum en període de neteja - 41% de mestres necessiten equip addicional per calefacció (estufes elèctriques)	
Certificació energètica	- Demanda Calefacció - F - Demanda Refrigeració - A - Consum energia primària NR - C (287kWh/m2 any) - Emissions de CO2 - D	- Reduir al màxim les demandes tèrmiques amb mesures passives - Instal·lar fonts renovables de producció d'energia - 0kWh/m2 any d'energia primària no renovable - <25kWh/m2 de consum d'energia final (Invac i enllumenat)
	- Demanda Calefacció - F - Demanda Refrigeració - A - Consum energia primària NR - C (287kWh/m2 any) - Emissions de CO2 - D	
Gestió	- s'apaguen tots els equips i llumeneres al sortir de classe - es mantenen netes les finestres - no es mantenen netes les llumeneres - zones de circulació amb enllumenat sempre encès - obstrucció sistemes actius de calefacció - obstrucció de llum natural amb proteccions solars innecessàries - portes exteriors obertes a l'hivern - ventilació insuficient per no perdre calor - necessitat de dissipar calor excessiu a l'hivern obrint finestres	- campanya de sensibilització i formació per l'estalvi energètic involucrant mestres, personal no docent i sobretot els alumnes. - control permanent de paràmetres com la temperatura humitat i ppm a cada classe - seguiment del consum elèctric i de gas com forma de motivació a l'estalvi
	- s'apaguen tots els equips i llumeneres al sortir de classe - es mantenen netes les finestres - no es mantenen netes les llumeneres - zones de circulació amb enllumenat sempre encès - obstrucció sistemes actius de calefacció - obstrucció de llum natural amb proteccions solars innecessàries - portes exteriors obertes a l'hivern - ventilació insuficient per no perdre calor - necessitat de dissipar calor excessiu a l'hivern obrint finestres	

Proposta mesures de millora

Resum d'estalvis aconseguits



Mesura de Millora	% de reducció de demanda/consum	inversió (€)	estalvi anual (€)	Anys d'amortització simple
M1 - Reducció d'infiltracions edificis nord i mig	16%	46.435,10	1.224,26	37,93
M2 - Aïllament de cobertes	9%	19.847,23	649,64	30,55
M3 - Aïllament de murs i canvi de finestres a nord	21%	137.467,82	1.570,39	87,54
M5b - Lona sobre pati entre edifici nord i mig	mesura de confort	15.804,46	mesura de confort	
M6 - Ventilació natural	mesura de confort	25.286,86	mesura de confort	
M7 - Instal·lació de sistemes de ventilació mecànica a les aules	19%	107.548,00	1.440,80	74,64
M8 - Reducció del consum elèctric per enllumenat	59%	15.132,05	879,76	17,20
M9 - Sectorització de instal·lació d'enllumenat	27%	948,50	409,44	2,32
M10 - Ajusts a l'actuació de l'equip de neteja	33%	-	800,00	0
M11 - Producció d'energia fotovoltaica	27%	41.127,86	2.069,00	19,88
M12 - Instal·lació de ventiladors de sostre	mesura de confort	6.127,63	mesura de confort	
M13 - Re localització circuit de calefacció	mesura de confort	7.835,42	mesura de confort	
M14 - Col·locar vàlvules termostàtiques als radiadors (15%)	15%	6.574,26	1.143,78	5,75
M15 - Substituir radiadors a l'edifici nord (10%)	10%	6.274,91	762,52	8,23
M16 - Canvi de llumeneres	mesura de confort	103.226,09	mesura de millora prestacions	
M17 - Instal·lació de mesuradors de CO2, temperatura i humitat relativa (20%)	20%	6.831,55	1.525,04	4,48

Escenari de Millora	inversió (€)	estalvi anual (€)	Anys d'amortització simple
MC1 - Escenari compliment normatiu i salubritat (M5B+M7+M10+M12)	129.480,09	2.240,80	57,78
MC2 - Escenari mínims (M1+M2+M3+M5B+M7+M10+M12)	333.230,25	5.685,09	58,61
MC3 - Escenari recomanat (M1+M2+M3+M5B+M6+M7+M10+M11+M12)	399.644,96	7.754,09	51,54
MC4 - Escenari ideal (sense millores d'enllumenat)	428.109,61	11.594,86	36,92
MC5 - Escenari global	546.467,75	12.474,62	43,81

CONTEXT – Experiències AMB

1. Establir uns **criteris comuns** a l'AMB per assolir una rehabilitació energètica NZEB de les escoles CEIP:
 - energètics,
 - de confort,
 - de viabilitat econòmica
 - d'execució d'obra
2. **Quantificar i jerarquitzar** la implementació d'aquest Model a tots els CEIP de l'AMB per tal d'obtenir una planificació municipal

Número d'escoles públiques	Superfície construïda (m2)	Alumnes	Consum elèctric (MWh/any)	Consum tèrmic (MWh/any)	Total energia primària (MWh/any)	Despesa energètica (Millions €/any amb IVA)	Emissions CO2 (tCO2/any)
282	942.301	93.268	19.318	41.296	95.093	6,30	16.800

MODEL – Caracterització tipològica i energètica



10



20



30



40

FAMÍLIES		
Nom família	ud/família	%
10	22	7,8%
20	182	64,5%
30	17	6,0%
40	47	16,7%
A	8	2,8%
X	6	2,1%
Total	282	100%



20_01_01



20_01_02



20_01_03



20_01_04

20_03_01_01 - Pla d'emergència (22 escoles en 12 municipis)



Escola Els Pins de Cornellà



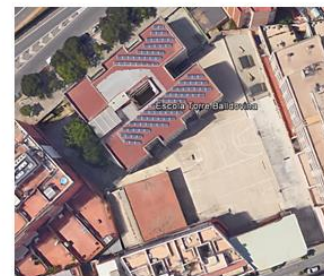
Escola Torre de la Mirandade Cornellà



Escola Juan Salmero de Gavà



Escola Lluís Millet de Santa Coloma de Gramanet



Escola Torre Balldovina de Santa Coloma de Gramanet



Escola Josep Montmany de Sant Felu

MODEL – Requisits per a una rehabilitació integral

Requisits	Concepte	Valor	Observacions
Energètics	Estalvi demanda conjunta d'energia respecte edifici de referència	$\geq 35\%$	
	Demanda energètica de calefacció	$< 18 \text{ kWh/m}^2$	
	Demanda energètica de refrigeració	$< 18 \text{ kWh/m}^2$	
	Consum d'energia de refrigeració	0 kWh/m^2	La demanda de refrigeració només es cobrirà amb estratègies passives
	Qualificació energètica. Indicador emissions de CO2 (kgCO_2/m^2)	A	
	Producció fotovoltaica respecte al total d'energia primària consumida per l'escola	$\geq 50\%$	
Confort interior	Condicionants de temperatura interior a l'hivern	$< 17^\circ\text{C}$	0 hores a l'any
		$17^\circ\text{C} < \text{Ti} < 19^\circ\text{C}$	< 30 hores lectives a l'any
		$19^\circ\text{C} < \text{Ti} < 21^\circ\text{C}$	Temperatura recomanada
		$\text{Ti} > 21^\circ\text{C}$	Temperatura assolida només amb actuacions passives
	Condicionants de temperatura interior a l'estiu ($^\circ\text{C}$)	$\text{Ti} > 27^\circ\text{C}$	< 30 hores a l'any
		$26^\circ\text{C} < \text{Ti} < 27^\circ\text{C}$	Temperatura recomanada
		$\text{Ti} < 26^\circ\text{C}$	Temperatura assolida només amb actuacions passives.
	Concentració de CO2 interior	$\leq 1.000 \text{ ppm}$	Concentració màxima absoluta de CO2 interior (ppm)
		$\leq 500\text{ppm} + \text{Ext}$	Increment concentració CO2 interior respecte exterior (ppm)
	Renovació de l'aire interior	$\geq 4,15 \text{ l/s} \cdot \text{persona}$	Mínima renovació sempre que es compleixi amb les concentracions de CO2
$\leq 12,5 \text{ l/s} \cdot \text{persona}$			

MODEL – Requisits per a una rehabilitació integral

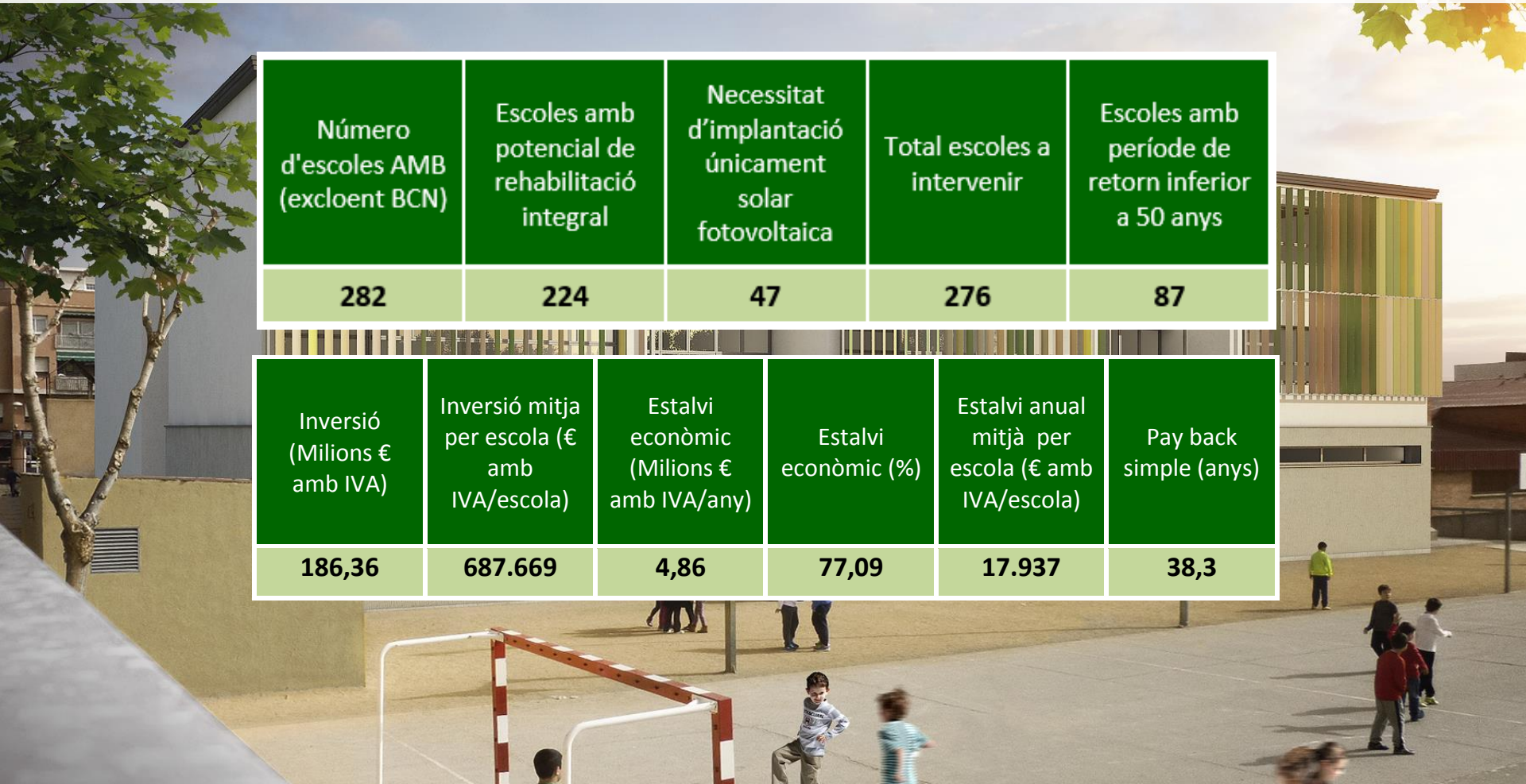


Requisits	Concepte	Valor	Observacions
Viabilitat econòmica	Període de retorn de la inversió inferior a la vida útil de la rehabilitació	<=50 anys	
Execució	Fase inicial: Optimització dels consums mitjançant una millora de la gestió energètica de les instal·lacions	-	Qualsevol rehabilitació energètica haurà d'incorporar una fase prèvia de millora de la gestió energètica
	Limitació de l'impacte de les obres	Priorització actuacions per l'exterior	
		Priorització obres: 21/6 a 11/9	



MODEL – Implementació

Número d'escoles AMB (excloent BCN)	Escoles amb potencial de rehabilitació integral	Necessitat d'implantació únicament solar fotovoltaica	Total escoles a intervenir	Escoles amb període de retorn inferior a 50 anys	
282	224	47	276	87	
Inversió (Milions € amb IVA)	Inversió mitja per escola (€ amb IVA/escola)	Estalvi econòmic (Milions € amb IVA/any)	Estalvi econòmic (%)	Estalvi anual mitjà per escola (€ amb IVA/escola)	Pay back simple (anys)
186,36	687.669	4,86	77,09	17.937	38,3



MODEL – Implementació

Estalvi tèrmic (kWh/any)	% Estalvi tèrmic	Estalvi elèctric (kWh/any)	% Estalvi elèctric	Estalvi energia primària sense fotovoltaica (kWh/any)	% Estalvi d'energia primària sense fotovoltaica	Estalvi emissions CO2 sense fotovoltaica (tCO2/any)	% Estalvi emissions CO2 (tCO2/any)
24.780.856	60,0%	10.701.794	55,4%	54.954.977	57,8%	9.787,1	58,3%

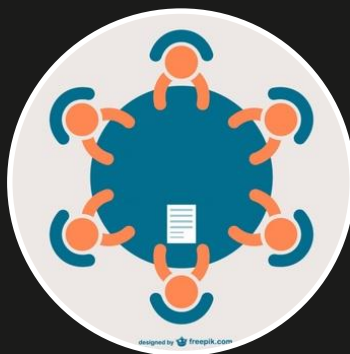
Producció solar fotovoltaica (kWh/any)	Producció fotovoltaica autoconsum (kWh/any)	Producció fotovoltaica venda xarxa (kWh/any)	Estalvi d'energia primària + autoconsum (kWh/any)	Estalvi d'energia primària + autoconsum (%)	Estalvi emissions CO2 + autoconsum (tCO2/any)	% Estalvi emissions CO2 + autoconsum (tCO2/any)
-21.045.249	-3.717.695	-17.327.554	63.758.478	67,1%	11.017,6	65,6%

Estalvi d'energia primària total (kWh/any)	Estalvi d'energia primària (%)	Estalvi emissions CO2 (tCO2/any)	% Estalvi emissions CO2 (tCO2/any)
104.790.126	110%	16.753	99,7%



Plenària “kick off”

- Proposta de model
- Objectius
- Fases
- Agents
- Calendari



Sessions de treball components

- Component tècnic
- Component operatiu
- Component financer



Plenària llançament procés d'implantació

- Full de ruta
- Fites
- Resultats esperats



Seguiment

- seguiment indicadors
- revisió d'objectius
- retroalimentació

Proves Pilot, estudis compl, etc.





Sessió plenària de inici de procés

Índex de la sessió:

- 9.00 h Benvinguda i presentació
 - Joan Pinyol. Director de Medi Ambient de l'AMB
 - Maite Mínguez. Cap del Servei de Gestió de Construccions Escolars, Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya
 - Ana Romero. Cap del Servei de Sostenibilitat i Educació de la Direcció de Serveis Ambientals de l'AMB
- 9.20 h Presentació de la proposta del Model metropolità d'escoles NZEB
 - Gil Lladó. Tècnic d'energia i canvi climàtic de la Direcció de Serveis Ambientals de l'AMB
- 9.50 h Debat conjunt sobre la proposta de Model
 - Societat Orgànica, Consultora ambiental: moderadors
 - Els objectius del model
 - L'estructura
 - Els àmbits de treball i actuació
- 11.10 h Pausa cafè
- 11.30h Recull de conclusions i síntesi de la sessió de debat
 - Societat Orgànica, dinamització
 - Àmbits de treball a desenvolupar a les següents sessions
- 12.00h Proposta de calendari i contingut de les següents sessions específiques
 - Societat Orgànica, dinamització