



GUÍA DE
ARQUITECTURA
PASIVA
PARA
VIVIENDAS
EN GALICIA

XUNTA DE GALICIA

Edita: Xunta de Galicia
Consellería de Infraestructuras e Vivenda
Instituto Galego da Vivenda e Solo (IGVS)

Lugar: Santiago de Compostela
Galicia | España

Año: 2017

Guía de arquitectura pasiva para viviendas en Galicia

Xunta de Galicia

Consellería de Infraestructuras e Vivenda

Instituto Galego da Vivenda e Solo (IGVS)

Santiago de Compostela

2017



PRÓLOGO

La adecuada climatización de la vivienda es una cuestión que les preocupa a todos los ciudadanos y que supone un coste tanto para los presupuestos familiares como para el conjunto de la sociedad, especialmente en lo que respecta al consumo energético. La reducción de este consumo es posible gracias a la aplicación de soluciones constructivas eficientes y sostenibles, al tiempo que se puede conseguir un mejor aprovechamiento de los recursos naturales y la reducción de residuos y emisiones al medio ambiente.

Frente a este desafío ambiental, social y económico surge el concepto de "arquitectura pasiva", como sistema constructivo que persigue la climatización de una vivienda minimizando el gasto energético.

La Xunta de Galicia, en una clara apuesta por la sostenibilidad y en el marco del proyecto Adaptaclima II, financiado con fondos europeos del programa SUDOE, contribuyó a desarrollar acciones centradas en reducir los consumos de energía de las viviendas de nuestro país.

Una de las principales acciones fue la realización de un estudio de la tipología de las edificaciones, de la geografía física y social y de las variables climáticas de Galicia para recoger estrategias y recomendaciones con las que conseguir un confort térmico sostenible y una reducción del consumo energético.

Ese es el origen de esta Guía de arquitectura pasiva para viviendas en Galicia, que nace con el objetivo de ayudar a los profesionales de la arquitectura y la construcción a ofrecer a los ciudadanos hogares cada vez más eficientes. Entre otras cosas, presenta herramientas tan útiles como el visor web con la delimitación climática de arquitectura pasiva, desarrollado por el IGVS en el marco del presente proyecto, que permite adoptar las soluciones más acomodadas de acuerdo con la localización específica del edificio y que, por lo tanto, será una herramienta importante.

A pesar de que esta guía puede ser aplicada a cualquier tipo de edificación de nueva construcción, está pensada fundamentalmente para su aplicación en edificios de viviendas en Galicia.

Lo que pretendemos con este documento es garantizar una construcción sostenible basada en el aprovechamiento de los recursos naturales y climáticos específicos de la zona geográfica concreta del edificio, con el fin de conseguir una reducción del consumo energético y de la huella de carbono. Para eso, queremos acercarles a los técnicos soluciones constructivas de diseño pasivo que superen los requisitos técnicos aplicables respecto al Código Técnico de Edificación, documento básico DB-HE.

En definitiva, ponemos nuevas herramientas a disposición de los profesionales de la construcción de viviendas de cara a alcanzar un país que apueste a todos los niveles por un desarrollo sostenible. Porque el futuro es cosa de todos y todos debemos involucrarnos en él.

Ethel M.^a Vázquez Mourelle

Conselleira de Infraestructuras e Vivenda



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN GENERAL A LA GUÍA	1
1.1 OBJETIVOS GENERALES	3
1.2 JUSTIFICACIÓN	5
2. REQUISITOS DE DISEÑO PASIVO	7
2.1 CRITERIOS GENERALES	8
2.2 DATOS DE PARTIDA	10
2.2.1 EDIFICIO DE CONSUMO CASI NULO	10
2.2.2 PARQUE EDIFICATORIO	14
2.2.3 CLIMA	16
2.3 METODOLOGÍA	18
2.4 ESTRATEGIA PASIVA Y SU SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA	20
2.5 MEDIA ARMÓNICA DE LAS ESTRATEGIAS PASIVAS	22
2.6 INFLUENCIA DE LAS ESTRATEGIAS POR ZONAS CLIMÁTICAS	23
2.7 COMPACIDAD	25
2.7.1 REQUISITO BÁSICO	25
2.7.2 MAPA ZONAS COMPACIDAD	28
2.7.3 RESUMEN SIMULACIONES ESTRATEGIA COMPACIDAD	30
2.7.4 CÁLCULO PUNTUACIÓN COMPACIDAD	32
2.8 ORIENTACIÓN	35
2.8.1 REQUISITO BÁSICO	35
2.8.2 MAPA DE RADIACIÓN SOLAR	36
2.8.3 RESUMEN SIMULACIONES ESTRATEGIA ORIENTACIÓN	38
2.8.4 CÁLCULO ORIENTACIÓN	40
2.8.5 TABLA RESUMEN DEL CÁLCULO DE ORIENTACIÓN	41
2.9 CONTINENTALIDAD	43
2.9.1 REQUISITO BÁSICO	43
2.9.2 MAPA DE ZONAS DE CONTINENTALIDAD	44
2.9.3 RESUMEN DE LAS SIMULACIONES DE LA ESTRATEGIA CONTINENTALIDAD	46
2.9.4 PUNTUACIÓN CONTINENTALIDAD	48
2.9.5 TABLA RESUMEN CÁLCULO CONTINENTALIDAD	49
2.10 AISLAMIENTO	51
2.10.1 REQUISITO BÁSICO	51
2.10.2 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DEL FRÍO	51
2.10.3 MAPA DE TERMICIDAD INVERNAL	52
2.10.4 RESUMEN SIMULACIONES ESTRATEGIA AISLAMIENTO	54
2.10.5 PUNTUACIÓN AISLAMIENTO	56
2.10.6 TABLA DE CÁLCULO COEFICIENTE DE AISLAMIENTO	57
2.11 VENTILACIÓN	59
2.11.1 DEFINICIÓN Y REQUISITO BÁSICO	59
2.11.2 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DEL CALOR	59
2.11.3 MAPA DE TERMICIDAD ESTIVAL	60
2.11.4 RESUMEN SIMULACIONES ESTRATEGIA VENTILACIÓN	62
2.11.5 PUNTUACIÓN VENTILACIÓN	64
2.11.6 TABLA CÁLCULO AISLAMIENTO	65
2.12 INERCIA TÉRMICA	67
2.12.1 DEFINICIÓN Y REQUISITO BÁSICO	67
2.12.2 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DEL CALOR	67
2.12.3 MAPA DE DIURNALIDAD	68
2.12.4 RESUMEN SIMULACIÓN ESTRATEGIA INERCIA	70
2.12.5 CÁLCULO INERCIA TÉRMICA	72
2.12.6 TABLA RESUMEN INERCIA TÉRMICA	73
2.13 INFILTRACIÓN	75
2.13.1 DEFINICIÓN Y REQUISITO BÁSICO	75
2.13.2 MAPA DE LA ZONA DE INFILTRACIÓN (VIENTO)	76
2.13.3 RESUMEN SIMULACIÓN ESTRATEGIA INFILTRACIÓN	78
2.13.4 CÁLCULO INFILTRACIÓN	80
2.13.5 TABLA RESUMEN INFILTRACIÓN	81
2.14 CÁLCULO FINAL ESTRATEGIAS PASIVAS	83
2.14.1 PUNTUACIÓN MÍNIMA ESTRATEGIAS PASIVAS	83

3. AHORRO DE AGUA	85
3.1 DEFINICIÓN Y REQUISITO BÁSICO	86
3.2 CÁLCULO DEL ÍNDICE DE ARIDEZ ESTIVAL	87
3.2.1 MAPA ZONA ARIDEZ ESTIVAL	88
3.3 TABLA CÁLCULO ARIDEZ	90
4. REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES	93
4.1 INTRODUCCIÓN	94
4.1.1 CONSUMO LÍMITE Y REQUISITOS BÁSICOS	96
4.2 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA.	98
4.3 INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN.	101
4.3.1 ACCESO A LA FUENTE ENERGÍA	102
4.3.2 ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES.	104
4.3.3 ASPECTOS OPERATIVOS	106
4.3.4 EMISORES	110
4.3.5 VALORACIÓN FINAL CALEFACCIÓN	113
4.4 REFRIGERACIÓN	115
4.5 AGUA CALIENTE SANITARIA	117
4.6 VENTILACIÓN.	119
4.6.1 PUNTUACIÓN VENTILACIÓN	120
4.7 PUNTUACIÓN FINAL INSTALACIONES	123
5. ANEXO 1: APLICACIONES DE APOYO	125
5.1 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA CLIMAS	127
5.1.1 DESCRIPCIÓN.	127
5.1.2 PROCESO DE RECOGIDA DE DATOS.	127
5.1.3 ENLACE	127
5.1.4 CAPTURA PANTALLA VARIABLE RADIACIÓN SOLAR	128
5.1.5 CAPTURA PANTALLA VARIABLE CONTINENTALIDAD	130
5.1.6 CAPTURA PANTALLA TERMICIDAD INVERNAL	132
5.1.7 CAPTURA PANTALLA VARIABLE TERMICIDAD ESTIVAL	134
5.1.8 CAPTURA PANTALLA VARIABLE DIURNALIDAD.	136
5.1.9 CAPTURA PANTALLA VARIABLE VIENTO	138
5.1.10 CAPTURA PANTALLA VARIABLE ARIDEZ ESTIVAL	140
5.2 APLICACIÓN PARA CUANTIFICAR DISEÑO PASIVO	143
5.2.1 DESCRIPCIÓN.	143
5.2.2 ENLACE A LA APLICACIÓN PASIVGAL.	143
5.2.3 CAPTURAS DE EJEMPLO	144

página intencionadamente en blanco





1. INTRODUCCIÓN GENERAL A LA GUÍA





1.1 OBJETIVOS GENERALES

El presente trabajo parte de la preocupación por la calidad constructiva, por los consumos energéticos y por la flexibilidad arquitectónica de los espacios.

Desde un punto de vista concreto, los objetivos se enriquecen con la experiencia del Instituto Gallego de Vivienda y Suelo (IGVS) en las viviendas que tutela, en el conocimiento de los hábitos y problemática de los usuarios, en las comparativas de las diversas soluciones constructivas, técnicas y formales y en su uso, mantenimiento y cuantificación pecuniaria.

Todo ello supone un valor añadido importante, que supondrá en ocasiones la revisión de los criterios medibles incorporando cierta discrecionalidad, nunca carente de argumentos.

De igual manera, la experiencia de los miembros del grupo de trabajo HABACO aporta el convencimiento de que la arquitectura pasiva es un camino adecuado para conseguir los objetivos y que sus factores de diseño pueden aplicarse también desde una visión identitaria que aporte un valor añadido al patrimonio construido.





1.2 JUSTIFICACIÓN

Para justificar el cumplimiento de los criterios de la guía, este documento establece requisitos de adopción voluntaria.

El grado de adopción se cuantifica y evalúa mediante un sistema de puntuación a través del cual, cuantos más puntos se obtengan mejor será el conjunto de soluciones elegidas.

Ello permite adoptar medidas compensatorias entre estrategias. Esto es: si un sistema tiene una mala puntuación (ej: orientación) podrá compensarla la nota final con otras estrategias (ej: aislamiento).

No pueden considerarse diseños adecuados a lo establecido en esta guía, aquellos que no lleguen a la puntuación mínima indicada.



The background of the slide is a close-up photograph of a wall with a rough, textured yellow surface. On the left side, a portion of a wooden door frame is visible, including a metal hinge and a dark cross-shaped handle. The lighting is bright, creating shadows and highlighting the uneven texture of the wall.

2. REQUISITOS DE DISEÑO PASIVO



2.1 CRITERIOS GENERALES

La llamada arquitectura pasiva, probablemente tenga un modelo actual en los denominados nZEB¹, siendo su adopción un camino para el cumplimiento de los requisitos de las directivas europeas de aplicación a partir del año 2018².

Este documento comparte con los estudios de referencia la conclusión de que no se pueden obtener resultados coherentes en ahorro de energía si no que atienden, en primer lugar, cuestiones de diseño formal, de diseño constructivo y de conocimiento del medio.

Dicho de otra manera: no es posible defender una arquitectura pasiva razonable confiando el ahorro energético únicamente al alto rendimiento de unas instalaciones que se utilizan de esa manera con un sentido antitético de lo práctico, sabedores de que disponemos de esos medios artificiales para suplir la ineficiencia del diseño.

En consecuencia, en este documento no se considera una solución óptima aquella que dependa exclusivamente de un diseño optimizado de las instalaciones y se defiende el axioma por el que la mejor instalación es la que no es necesaria.

Con esos elementos de partida, parece razonable reconsiderar y recuperar cuestiones que siempre han estado presentes en el diseño arquitectónico pasivo como son la implantación, la compacidad, la orientación, el conocimiento del clima, el consumo de agua, el aislamiento, la ventilación, la inercia térmica y la infiltración y que en este documento serán elementos de estudio específico.

Cada una de estas cuestiones tiene su respuesta en un requerimiento constructivo concreto e influyen en mayor o menor grado en la demanda de energía y en el confort de las viviendas.

El análisis riguroso de las variables energéticas es complejo; siendo en ocasiones la única opción para una respuesta fundamentada una simulación CFD o una monitorización real basada además en un gran número de ejemplos.

El uso de estas herramientas de simulación sólo es posible tras una curva de aprendizaje elevada y a pesar del elevado e indiscutible rigor técnico de esos cálculos, para algunos análisis no se cuenta con datos lo suficientemente fiables (archivos climáticos completos y realmente representativos, monitorizaciones de contraste adecuadas, toma de datos global, ...) por lo que los resultados tampoco lo serían.

1 Acrónimo de nearly zero emission building

2 Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios



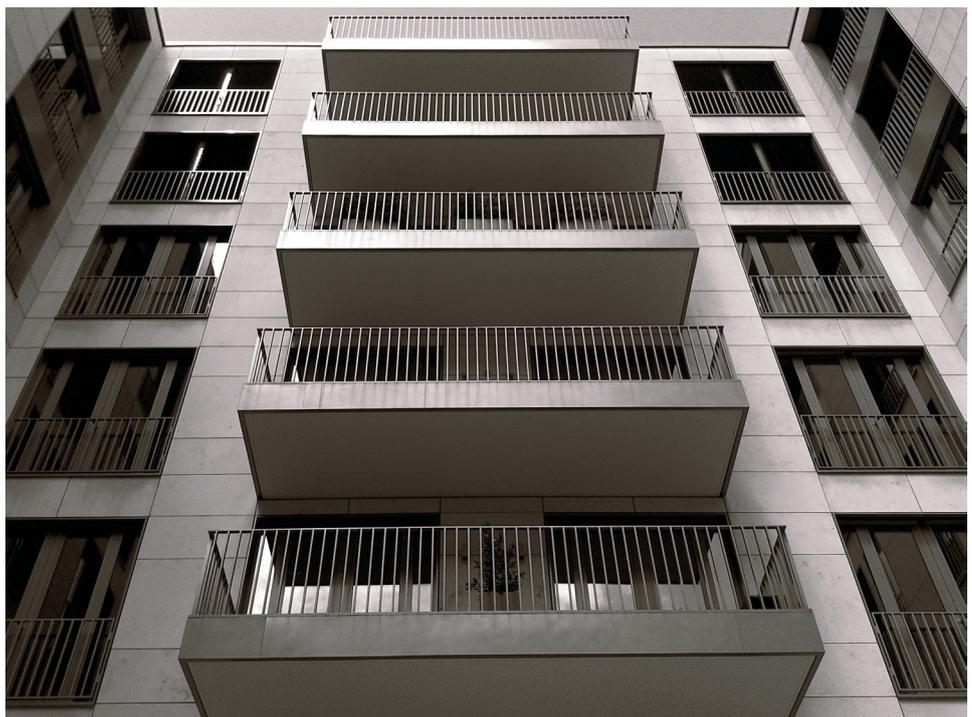
Lo anterior no quiere decir, -ni mucho menos- que se eluda el análisis de esas variables, que no se hayan realizado cientos de simulaciones de estudio, que no se hayan mejorado los datos de partida o que no se tenga en cuenta como un lógico objetivo de futuro. Pero siendo un hecho objetivo que no se puede avanzar de manera rigurosa en esa línea mientras no se mejoren los datos de partida, lo razonable es utilizar estas herramientas de manera adecuada.

La mejora de los datos de partida, más allá de lo que se ha realizado en el presente trabajo, queda abierta como una propuesta metodológica y de trabajo en el caso de que la intención de los agentes responsables sea avanzar hacia la denominada arquitectura pasiva con eficacia.

Como consecuencia en este trabajo se realizará una primera aproximación global que podríamos definir como didáctica y de recuperación de los conceptos antes señalados. El procedimiento que se propone con las limitaciones indicadas, permitirá un correcto nivel de rigor y la cuantificación simplificada de cada una de las decisiones a tomar.

Por último, se podrá –y se debería- ajustar y corregir convenientemente las variables si en el futuro las observaciones que se realicen así lo aconsejan o bien si se generan mejores datos de partida.

La propia limitación del documento impide incorporar la cuantificación de la huella ecológica. Ese también sería otro trabajo de enorme interés.



2.2 DATOS DE PARTIDA

2.2.1 EDIFICIO DE CONSUMO CASI NULO

Parece adecuado tener en cuenta los valores asociados a los edificios residenciales con consumo de energía casi nulo definidos como tal en aplicación del artículo 9 de la Directiva 2010/31/EU de Eficiencia Energética de Edificios¹.

Lamentablemente y tal y cómo se representa en el mapa adjunto, a día de hoy en España este concepto no ha sido definido ni acotado, siendo la previsión del ECOFYS² que ello ocurra en el año 2018.

Figure 5 - Status of nZEB definition for new buildings (Source: BPIE, 2015)

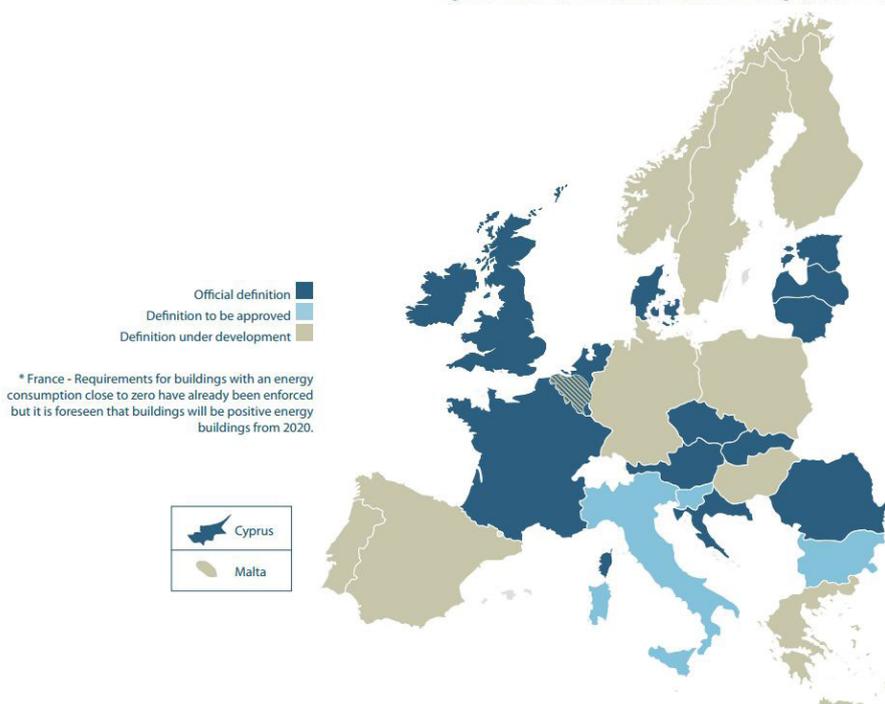


Ilustración: Mapa del estado actual de las definiciones nZEB en la UE.

Por ello, para obtener una cuantificación razonada, procede realizar un análisis de las definiciones y criterios oficiales de otros estados miembro. Especialmente de aquellos que puedan tener unas características climáticas parecidas.

¹ Esta directiva es también conocida como EPBD (Energy Performance of Buildings Directive)

² CITA (pg 35) en el "Overview of Member States information on NZEBs Working version of the progress report - final report" Jan Groezinger, Thomas Boermans, Ashok John, Jan Seehusen, Felix Wehringer, Martin Scherberich. 08 Octubre 2014 Project number: BUIDE14975 © Ecofys 2014 by order of: European Commission

"A definition of NZEBs has not yet been formulated. In 2018 a third revision of the technical building code is planned with NZEB concepts included and a final definition is planned to be adopted in 2019"

A través de ese análisis se definirá el consumo de una vivienda adecuada a lo que esta guía denomina "arquitectura pasiva" como aquel con un valor coincidente con los parámetros oficiales de los denominados nZEB allí donde sí lo han definido.

Para este análisis no se compararán otros criterios que se pueden incorporar en los estados miembro (ej: uso de energías renovables¹) o las posibles instalaciones de apoyo para mantener el rango de humedad relativa² pues esa comparación se aleja de los objetivos de este trabajo.

Member State	Full Definition in Place	Numerical Indicator	Share of Renewable Energy
Austria	Yes	Yes	No
Belgium - BXL	Yes	Yes	Yes
Belgium - Walloon	Under development	No	No
Belgium - Flemish	Yes	No	Yes
Bulgaria	Still to be approved	No	Yes
Croatia	Yes	Yes	No
Cyprus	Under development	No	No
Czech Republic	Yes	Yes	No
Denmark	Yes	Yes	Yes
Estonia	Yes	Yes	No
Finland	Under development	No	No
France	Yes	Yes	Yes
Germany	Under development	No	No
Greece	No	Yes	Yes
Hungary	Still to be approved	Yes	Yes
Ireland	Yes	Yes	Yes
Italy	Still to be approved	No	Yes
Latvia	Yes	Yes	Yes
Lithuania	Yes	Yes	Yes
Luxembourg	Yes	Yes	No
Malta	Under development	Yes	No
Netherlands	Yes	Yes	Yes
Portugal	Yes	No	No
Poland	Still to be approved	Yes	No
Romania	Under development	Yes	Yes
Slovenia	Still to be approved	Yes	No
Slovakia	Yes	Yes	Yes
Spain	No	Yes	Yes
Sweden	Under development	No	No
United Kingdom	Under development	No	No

Figure 2: Status of development of the applied NZEB definition in the different Member States

Ilustración: Evolución del proceso de definiciones nZEB en la UE.

1 Se adjunta tabla del estudio "Overview of Member States information on NZEBs Working version of the progress report - final report" Jan Groezinger, Thomas Boermans, Ashok John, Jan Seehusen, Felix Wehringer, Martin Scherberich. 08 Octubre 2014 Project number: BUIDE14975 © Ecofys 2014 by order of: European Commission

2 Según el DOCUMENTO DE PREGUNTAS Y RESPUESTAS SOBRE LA APLICACIÓN DEL REGLAMENTO DE INSTALACIONES TERMICAS EN LOS EDIFICIOS (R.D.1027/2007), a efectos de uso de la instalación, la humedad relativa a mantener deberá de estar entre el 30% y el 70%, como valores límite y según la Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE «Ahorro de Energía», del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. (art 6.1.7) en general y salvo justificación se utilizarán valores térmicos de diseño, los cuales se pueden calcular a partir de los valores térmicos declarados según la norma UNE EN ISO 10456 para una temperatura de 10°C y un contenido de humedad correspondiente al equilibrio con un ambiente a 23°C y 50 % de humedad relativa.

El análisis de los valores de los estudios de referencia¹ muestra una alta oscilación (de 0 kWh/m²/año a 270 kWh/m²/año) siendo este valor referido principalmente a consumo de energía primaria.

En el caso concreto de edificios residenciales, en los estados miembro los consumos máximos de energía primaria para calefacción oscilan entre 33 kWh/m²/año² y 95 kWh/m²/año³ siendo el valor utilizado por la mayoría de países⁴ que sí han definido oficialmente el concepto nZEB de 45-50 kWh/m²/año tal y cómo se muestra en la gráfica de consumo máximo de las normativas de referencia de uno de los estados miembro⁵.

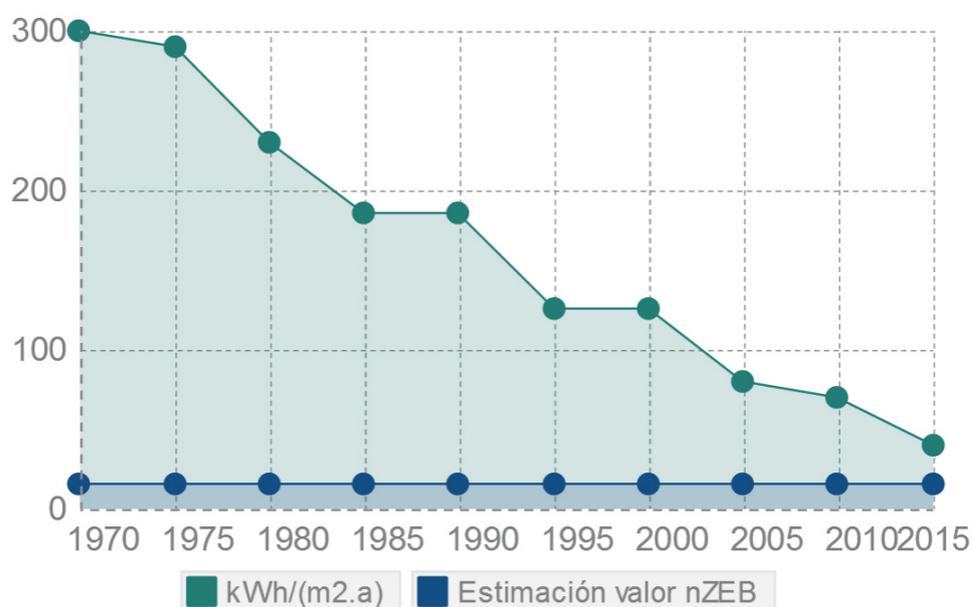


Ilustración: Evolución cronológica del consumo máximo de energía para calefacción según normas alemanas con superposición de la estimación del valor asociado a los nZEB.

1 Principalmente el "Overview of Member States information on NZEBs Working version of the progress report - final report" Jan Groezinger, Thomas Boermans, Ashok John, Jan Seehusen, Felix Wehringer, Martin Scherberich. 08 Octubre 2014 Project number: BUIDE14975 © Ecofys 2014 by order of: European Commission

2 Croacia (litoral)

3 Letonia

4 (BE (Bruselas), EE, FR, IE)

5 Gráfica basada en los datos de la publicación Die neue Energieeinsparverordnung, BEUTH RECHT, Dipl.-Ing. Horst.-P. Schettler-Köhler (2014)

Los criterios de esta guía tendrán en cuenta los objetivos globales de reducción de consumo que se han aplicado y aplican actualmente.

En la gráfica que se adjunta¹ se ha incorporado una estimación del consumo asociado a los nZEB utilizado en la mayoría de países según el criterio descrito anteriormente.

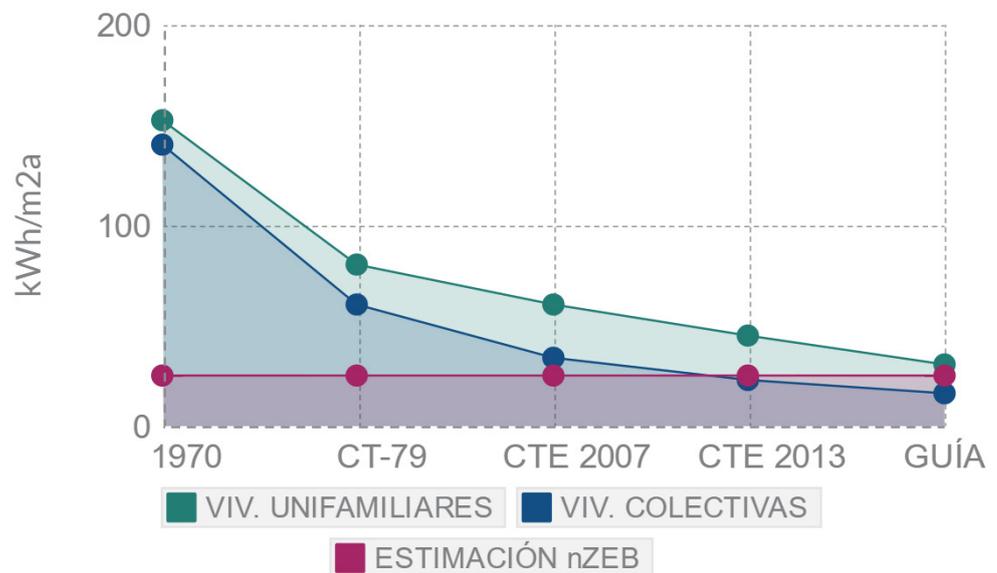


Ilustración: Evolución cronológica del consumo máximo de energía para calefacción según normas españolas y la presente guía, con superposición de la estimación del valor asociado a los nZEB.

¹ Datos basados en los documentos:

-IDAE CONSTRUIDOS: "Escala de calificación energética edificios existentes-IDAE, 2011", Demandas y consumos de energía primaria para calefacción ,refrigeración y ACS en edificios construidos .Demandas y consumos de referencia en las localidades indicadas (versión 1 del CTE). El documento citado indica: Para cada uno de los indicadores energéticos y para cada uno de los grados de similitud identificados, el escenario de comparación se obtiene estimando la situación probable de los edificios construidos en los períodos de años siguientes: • Anterior a 1900 • 1901 - 1940 • 1941 - 1960 Período de postguerra • 1961 - 1980 Entran en vigor las normas MV • 1981 - 2006 Entra en vigor CT_79 • Posterior a 2006 Entra en vigor el actual CTE. Las hipótesis realizadas han sido: a) El porcentaje de edificios en cada período será obtenido de las estadísticas del INE (censos de población y viviendas 2001. Resultados detallados en versión accesible (julio 2007). © INE 2007). b) La tipología de los edificios considerados, en cuanto a sus parámetros geométricos tales como forma, altura –número de plantas– será similar a los construidos en su período representativo. c) La calidad constructiva de su envolvente será similar a la construida en su período representativo. d) El rendimiento de sus sistemas térmicos y la contribución de energías renovables seguirán los mínimos exigidos por el CTE-HE2 y CTE-HE4. En los casos en los que no haya indicaciones precisas se supondrá que se mantienen las tendencias anteriores a la implementación del CTE. e) No se considera significativa la contribución de la iluminación artificial.

-IDAE NUEVOS: "Escala de calificación energética edificios de nueva construcción-IDAE, 2009". Demandas y consumos de energía primaria para calefacción ,refrigeración y ACS en edificios nuevos.Demandas y consumos de referencia en las localidades indicadas (versión 1 del CTE). La demanda de ACS neta es igual a la demanda bruta de ACS al no haber considerado la aportación solar mínima del CTE HE 4. No incluye consumos energéticos distintos de los térmicos indicados

-" Consumos de energía para calefacción y ACS en viviendas" según estudio CENER. Dos escenarios:CTE versión 1 y CTE plus (aprox.CTE 2013).Edificios nuevos. No incluye ACS ni otros usos energéticos. Se supone que es energía final.

2.2.2 PARQUE EDIFICATORIO

El análisis del parque edificatorio de Galicia permite estimar el reparto del consumo habitual en una vivienda tipo.

De acuerdo con el análisis estadístico y de las fuentes de referencia¹ se define como vivienda tipo una vivienda de tres dormitorios que se corresponde en su reparto energético (calefacción, ACS, ...) con la gráfica que se adjunta.

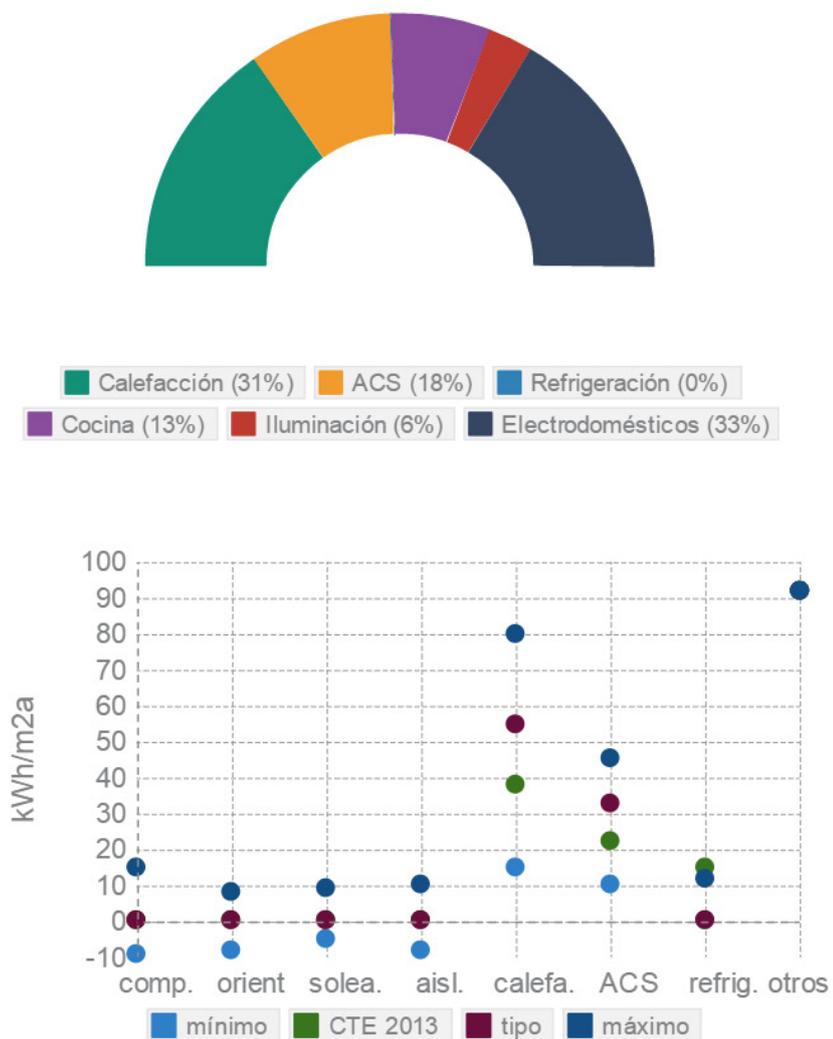


Ilustración: Representación (arriba) con el reparto de consumo primario en una vivienda representativa del parque edificatorio actual y representación (abajo) con la posible afección en el consumo de los factores de diseño compacidad, orientación, soleamiento, aislamiento, calefacción, ACS y refrigeración.

¹ PROYECTO SECH-SPAHOUSEC Análisis del consumo energético del sector residencial en España INFORME FINAL. IDAE Secretaría General Departamento de Planificación y Estudios 16 de julio de 2011

El consumo tipo y el rango de afección de cada una de las estrategias para una vivienda tipo en Galicia se representa en el gráfico adjunto.

De acuerdo con ese análisis se podrán prever las consecuencias de las variables de diseño pasivo del presente documento sobre el parque edificatorio actual en su comportamiento energético y sobre el confort de los usuarios.

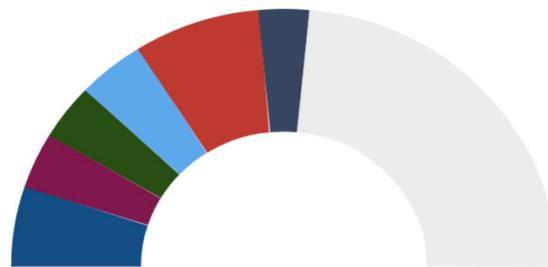
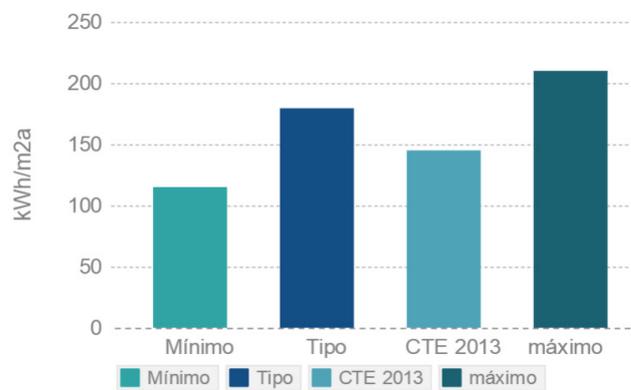


Ilustración: Representación (arriba) del consumo total de energía primaria de una vivienda optimizada, una vivienda representativa del parque actual -vivienda tipo-, una vivienda ajustada al CTE2013 y una vivienda no optimizada y representación (abajo) de las posibles mejoras en aplicación de distintos factores de diseño en una vivienda tipo.



2.2.3 CLIMA

Las zonas de Galicia no comparten comportamientos climáticos idénticos. Incluso si comparten valores en un gran número de variables climáticas, podrían diferir en gran medida en el resto.

Por ello no parece efectivo utilizar una única característica del medio para tomar decisiones comunes a todas las estrategias y territorio.

De acuerdo con lo anterior y atendiendo a aquella característica del clima que puede influir en mayor medida en la estrategia de aplicación, se realizará un plano específico en una escala de 6 valores con las distintas zonas de aplicación.

Este plano, con consulta y descarga "online", se representará en la herramienta especificada en el anexo final.

2.2.3.1 Fuente origen de los datos

Para la realización de los mapas se han utilizado datos climáticos de 160 estaciones meteorológicas, Fuente: Meteogalicia Fecha: 26.04.2014.

2.2.3.2 Modelo digital del terreno

MDT-200 , Fuente: obtenidos del Instituto Geográfico Nacional.

Fecha: 30.03.2014.

2.2.3.3 Base cartográfica

BCN200 , Fuente: obtenidos del Instituto Geográfico Nacional.

Fecha: 30.03.2014.

2.2.3.4 Descripción del proceso de creación del mapa

Se analizan los datos climáticos de 160 estaciones para establecer sus valores medios en 7 variables: aridez estival, radiación solar anual, continentalidad, termicidad invernal, termicidad estival, inercia térmica y viento.

Para la radiación solar ya existen datos espaciales, con la finalidad de extrapolar los resultados puntuales de las estaciones y clasificar la totalidad del territorio gallego. Se halla la correlación de cada variable con parámetros geográficos (altitud, longitud y latitud).

Se añade la capa de radiación solar anual obtenida de meteogalicia. Se clasifican los datos en cada capa para obtener 6 zonas según cada variable. La división se realiza mediante intervalos naturales. Se juntan las 7 capas en una sola, en formato vectorial, donde la zonificación según cada variable está recogida en la tabla de atributos.

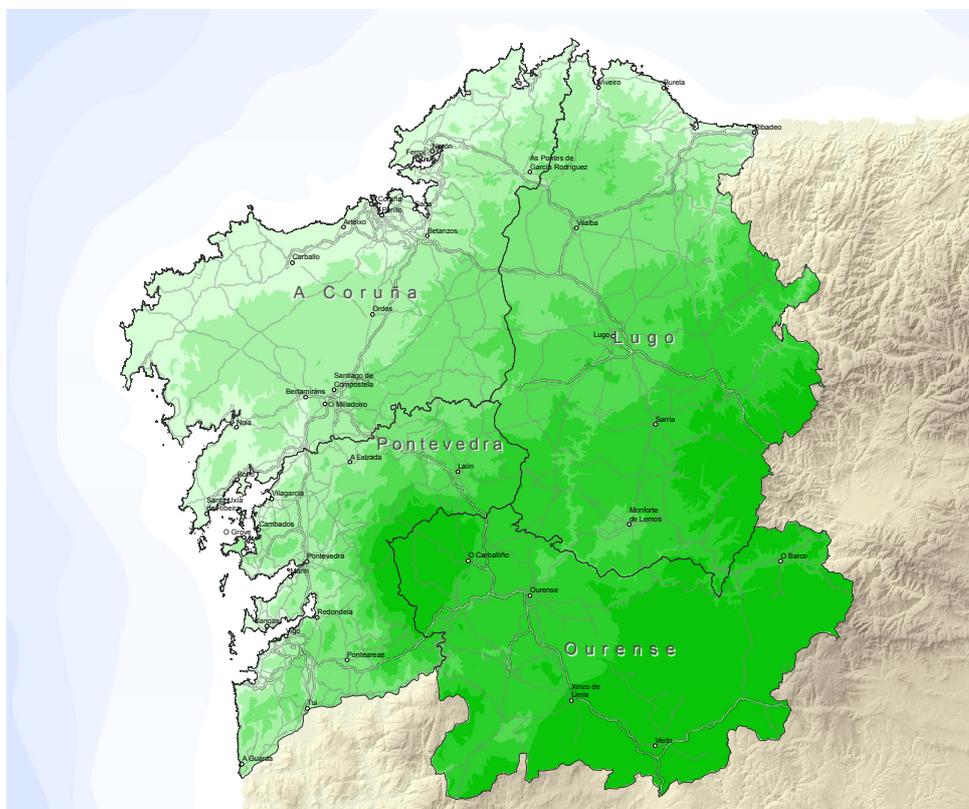


Ilustración: Ejemplo de mapa generado (continentalidad)

2.3 METODOLOGÍA

La guía propone un método de cuantificación a través del que se podrá caracterizar el comportamiento estimado de una vivienda.

A través de la metodología propuesta, se analizarán cuestiones como el diseño pasivo, el ahorro de agua o la optimización de las instalaciones, puntuando y valorando cada una de las decisiones principales.

El usuario podrá cuantificar su diseño a través de las fichas impresas que figuran en esta guía o de la aplicación informática que le ayudará en el proceso. Esta aplicación se describe en el anexo específico.

El método propuesto se basa igualmente en los siguientes puntos de partida:

- Los datos disponibles, su rigor y sus posibilidades.

- La convicción de que en el momento actual es prioritario recuperar y apostar por la incorporación de conceptos como compactidad, orientación o consumo casinulo, en contraste con un complejo procedimiento de cálculo energético.

- La intención de definir un método simplificado y sencillo que permita una rápida cuantificación. Para ello se asumirán como necesarias simplificaciones en los cálculos y valores.



METODOLOGÍA REQUISITOS SOSTENIBILIDAD



Diseño pasivo



Verificación de límites



Cuantificación



Validación diseño



Diseño instalaciones



Verificación de límites



Cuantificación



Validación diseño

2.4 ESTRATEGIA PASIVA Y SU SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

Las estrategias pasivas del presente documento relacionan una variable climática crítica con una solución constructiva.

Se obvian efectos secundarios del medio¹ a favor de una relación directa y clara entre las variables indicadas y de esa manera será posible asociar de manera nítida una estrategia pasiva de adaptación al medio a un diseño constructivo en la vivienda.

Como complemento imprescindible, para cada variable constructiva, se ha creado un mapa específico de la variable climática crítica, esto es, la que influye en mayor medida en el comportamiento analizado y se define una tabla analítica simplificada que permita cuantificar el comportamiento concreto.

En consecuencia, en cada estrategia pasiva existirá un mapa climático específico y una puntuación asociada que se sumará al del resto de estrategias en la cuantificación final.



¹ Sirva como ejemplo un elemento que aporta sombra en una fachada y que influye de manera indirecta en el desfase, atenuación térmica y almacenamiento de energía asociados a la inercia térmica de una envolvente.



Relación entre las características del medio y sus soluciones constructivas



Ilustración: Esquema global en el que se relaciona característica del medio con solución constructiva.

2.5 MEDIA ARMÓNICA DE LAS ESTRATEGIAS PASIVAS

La simulación de las posibles estrategias en cada tipología y en cada zona climática supone cientos de cálculos, con decenas de miles de posibles combinaciones que es necesario filtrar y seleccionar entre las más representativas.

A través de estas simulaciones se analiza la influencia de cada estrategia manteniendo constantes todas las variables¹ de las viviendas modelo, a excepción de la que afecta a la estrategia de estudio.

De esta manera las combinaciones y resultados obtenidos permiten obtener el rango de consumo y la influencia estimada de la estrategia en el consumo total.

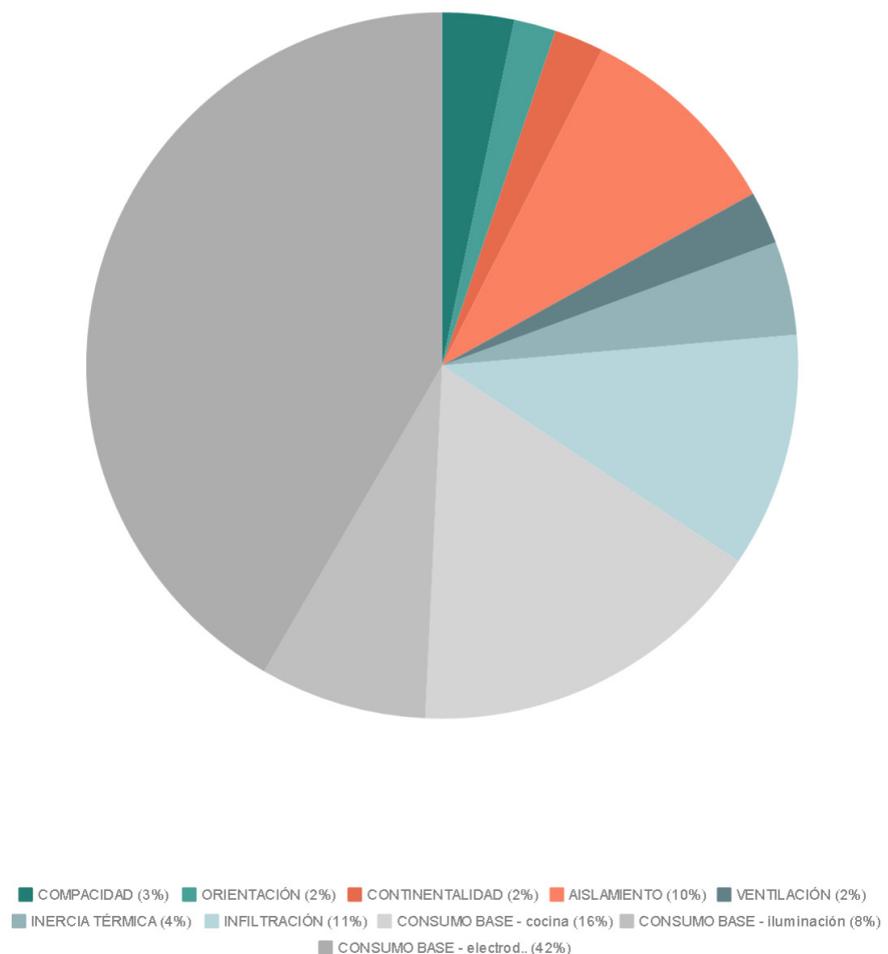


Ilustración: Media armónica de la influencia de cada estrategia en el consumo de las simulaciones de referencia

¹ Incluyendo generadores, emisores y combustible tipo

2.6 INFLUENCIA DE LAS ESTRATEGIAS POR ZONAS CLIMÁTICAS

La caracterización de las distintas zonas climáticas del territorio establece matices con lo que podríamos denominar clima tipo en Galicia.

Los resultados obtenidos implican que las estrategias pasivas tienen distinta influencia en función de las características climáticas en las que se sitúe la construcción según se esquematiza en la gráfica adjunta:

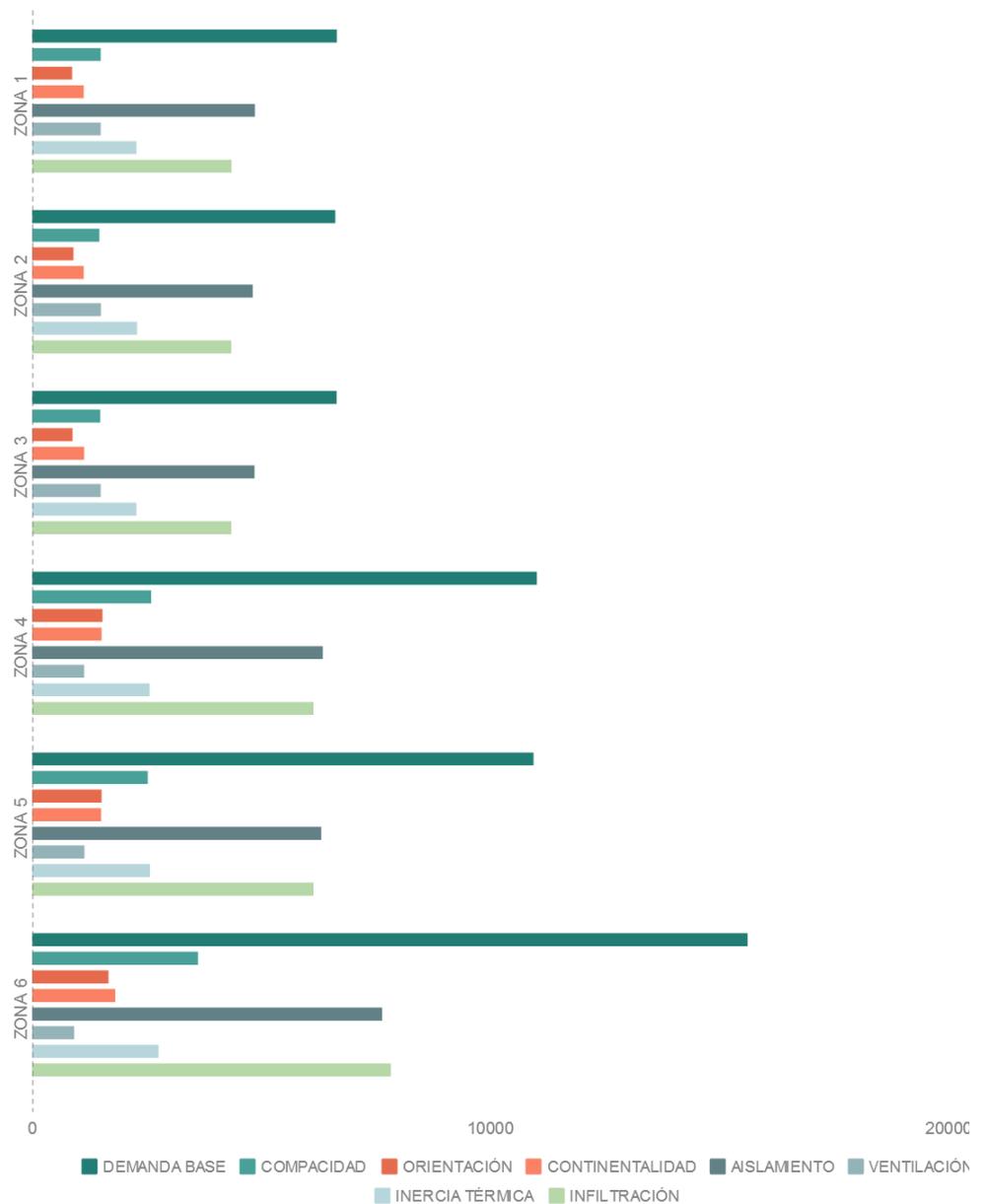


Ilustración: Media armónica por zona climática de la influencia de cada estrategia en el consumo de las simulaciones de referencia.



2.7 COMPACIDAD

2.7.1 REQUISITO BÁSICO

La compacidad¹ se asocia habitualmente a la relación entre el volumen de los espacios y la superficie de su envolvente. Este concepto guarda una relación directa con la cualidad de denso y evalúa la cantidad de masa con respecto a su volumen.

La compacidad se incorpora actualmente como variable en algunos documentos reconocidos² y ha sido habitual la interpretación por la que se asocia mayor compacidad a una forma sometida a menos pérdidas energéticas. Sin embargo, el valor de la compacidad podría no ser válido para evaluar la forma si se comparan diferentes volúmenes pues como se podrá comprobar con una operación sencilla, una misma forma con distinta escala arroja compacidades diferentes.

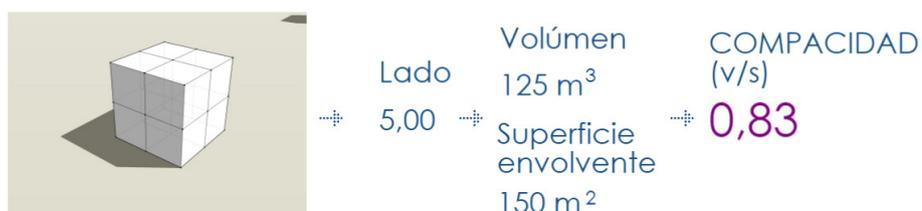
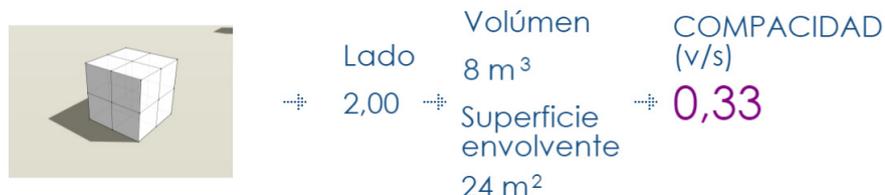


Ilustración: valores de compacidad de un mismo objeto con diferente escala.

Otro valor de referencia sería su inverso, el factor de forma, que en este caso divide la superficie de la envolvente entre el volumen de los espacios, siendo por idénticos motivos que los descritos en la compacidad un valor que no responde exclusivamente a la forma objeto de estudio.

¹ Desde un punto de vista semántico el concepto correcto quizás deba ser compactabilidad (cualidad de compacto). Se acepta en todo caso la palabra compacidad pues es un término reconocido y utilizado en el área de conocimiento actual.

² Ejemplos: "Manual de fundamentos técnicos de calificación energética de edificios existentes CE3" 2012. IDAE. Depósito Legal: M-26893-2012 donde se define la compacidad como el "Cociente del volumen acondicionado dividido por el área de transferencia" o la "Opción simplificada. Viviendas. Procedimiento" 2009 del Ministerio de vivienda, Ministerio de industria e IDAE en donde se define la compacidad como "relación entre el volumen V encerrado por la envolvente térmica y la suma S de las superficies de dicha envolvente." asociándolo en las tablas al concepto "Envolvente térmica"



El análisis de la fórmula implica que mayor compacidad quizás debiera asociarse a menos posibilidades de existencia de puentes térmicos, a mayor dificultad en la iluminación y ventilación natural de los espacios interiores, a menor transmisión de ruido desde el exterior y no tanto a la cualidad de la forma.

Siendo ese análisis de la forma lo que realmente nos interesa y en línea con lo que ya han adelantado algunos estudios con planteamiento similar¹, se decide utilizar un valor adimensional independiente de la escala, que denominaremos índice de compacidad cuya forma de referencia será aquella que tiene la máxima compacidad -la esfera- y cuyo desarrollo matemático es:

$$COMP = \frac{4,836 \times V_e^{(\frac{2}{3})}}{A_e}$$

Cuanto más se acerque el valor del índice de compacidad a la unidad menos envolvente tendremos a igualdad de volumen y esto nos permitirá relacionar la forma con las pérdidas térmicas y con la capacidad de disipación de calor acumulado en las viviendas, principalmente a través de las infiltraciones, evaporación y convección.

El requisito básico asociado a la compacidad será obtener un valor que permita un equilibrio adecuado entre la necesidad de contención de las pérdidas energéticas² y la necesidad de disipar calor acumulado³.

Otras cuestiones que podrían considerarse en el balance energético como las variaciones del entorno⁴ a igualdad de volumen, las relaciones entre severidades climáticas, ganancias solares e infiltración, etc se evaluarán a través del resto de variables de la guía.

Desde un punto de vista reducido a la transmisión de energía, podríamos considerar que en los climas fríos el factor de compacidad debe tender a la unidad y en climas cálidos alejarse de ella pues en el primero se deben reducir las pérdidas por transmisión y en el segundo se debe favorecer la ventilación para disipar el calor en periodo estival.

En base a las simulaciones realizadas⁵ y siendo una simplificación, Galicia se podría caracterizar por una situación en la que la forma y orientación que permiten una mayor optimización energética sería la rectangular situando el lado más largo en dirección este-oeste con una compacidad cercana al valor 0,75.

1 Básicamente " Arquitectura y energía natural" 1995 Rafael Serra Florensa y Helena Coch Roura. ISBN: 84-7653-505-8

2 Es necesario tener menos pérdidas cuanto mayor sea la severidad climática en invierno

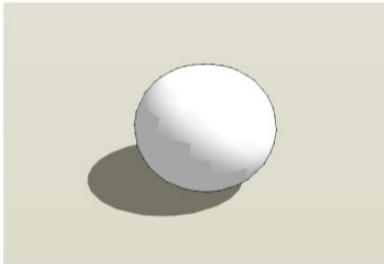
3 Es necesario tener más disipación cuanto mayor sea la severidad climática en el periodo estival

4 Una misma forma puede aljarse exenta o entre medianeras modificando enormemente su comportamiento energético.

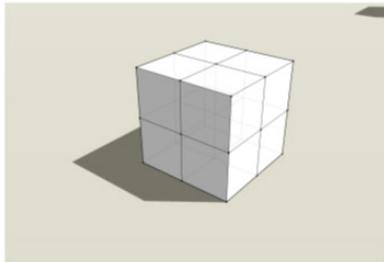
5 Se asume en esa afirmación que se analiza estrictamente el balance de energía y no la calidad arquitectónica de otras propuestas y que se realiza una simplificación global que supone no evaluar un entorno y situación concreta.



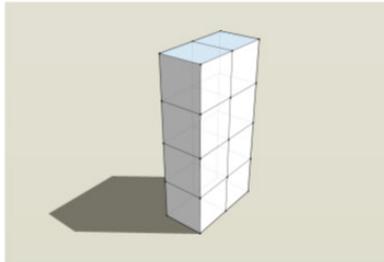
EJEMPLOS TIPO ÍNDICE DE COMPACIDAD



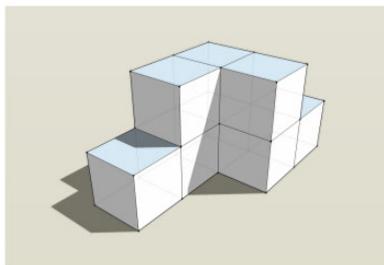
1,00



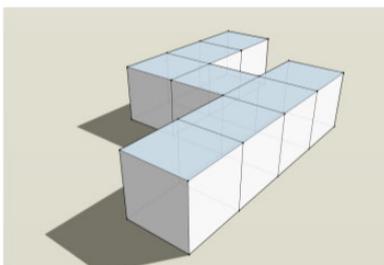
0,81



0,69



0,64



0,60

Ilustración: Ejemplos tipo de compacidad.

2.7.2 MAPA ZONAS COMPACIDAD

A través de las simulaciones, en Galicia, se asoció la compacidad principalmente a las pérdidas energéticas, siendo la necesidad de disipación de calor algo relativamente residual.

En base a ello, el mapa asociado a la compacidad se corresponderá con la Termicidad Invernal.

2.7.2.1 LEYENDA DE DATOS

Z1 < 156 < Z2 < 205 < Z3 < 240 < Z4 < 272 < Z5 < 308 < Z6 (°C)

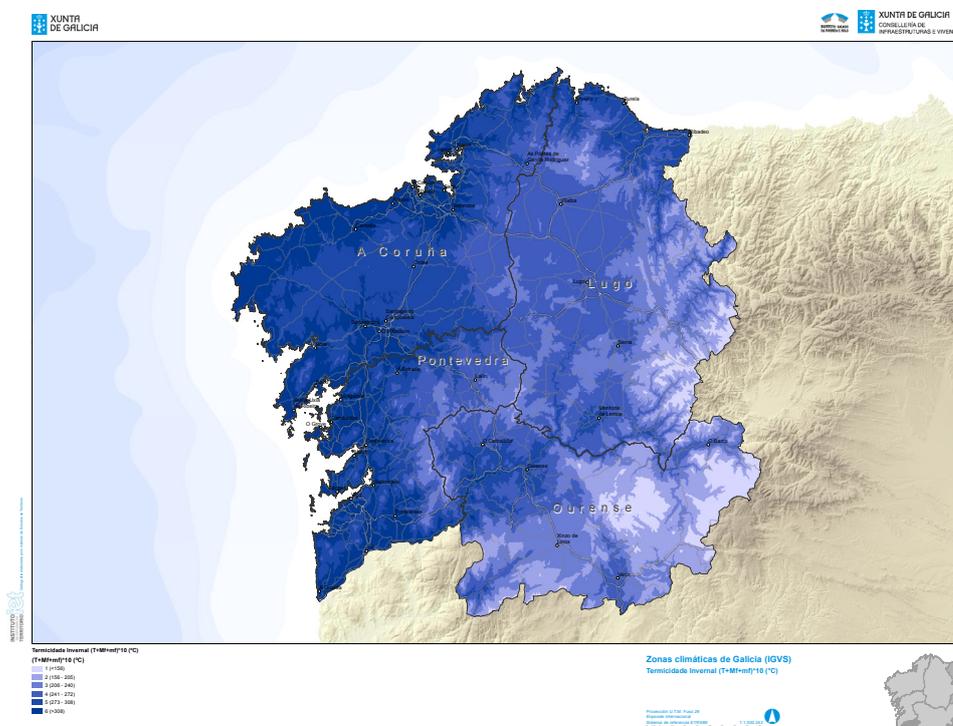
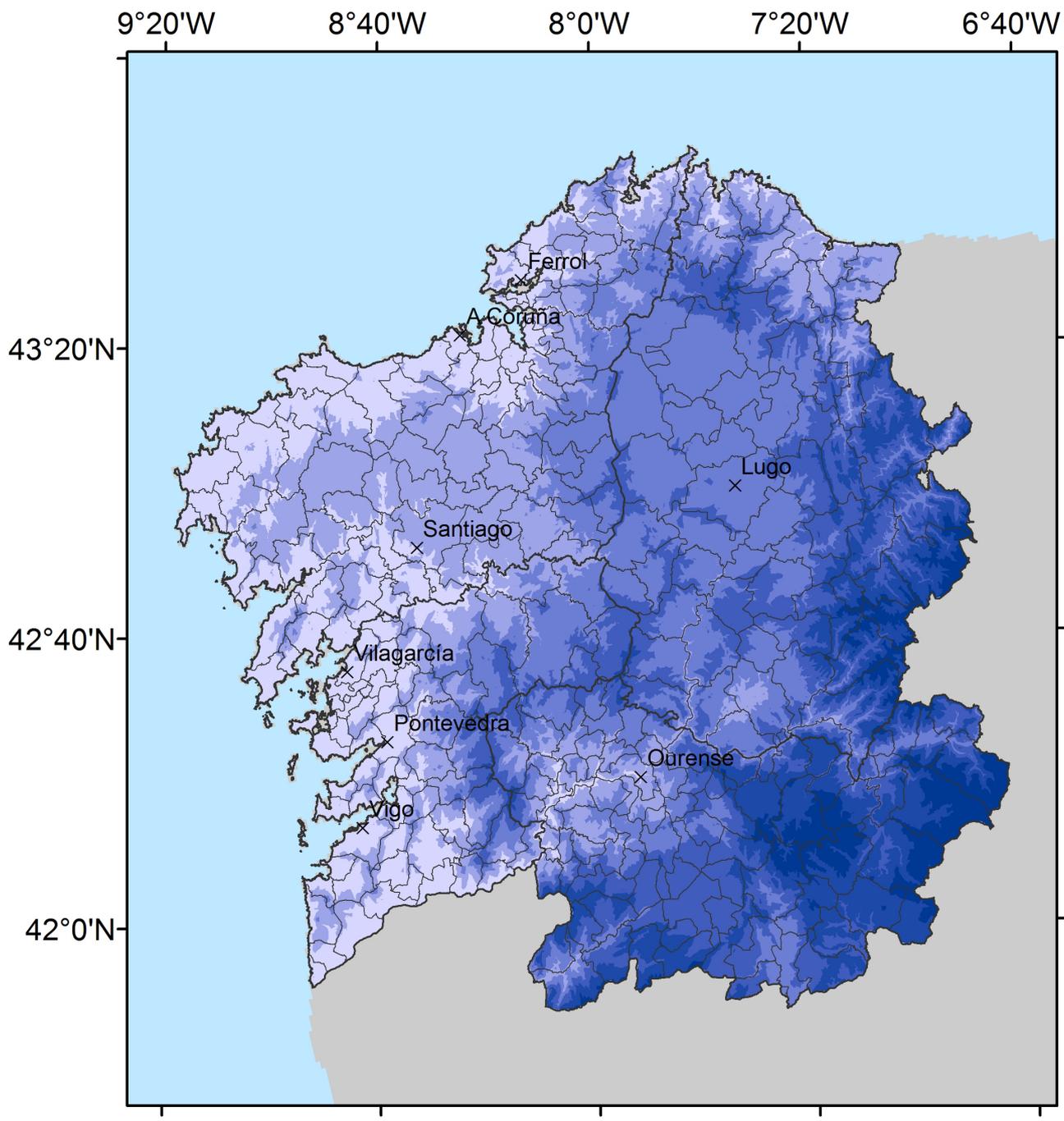


Ilustración: captura de pantalla web de consulta interactiva.



TERMICIDAD INVERNAL

- Zona 1
- Zona 2
- Zona 3
- Zona 4
- Zona 5
- Zona 6

2.7.3 RESUMEN SIMULACIONES ESTRATEGIA COMPACIDAD

Si se mantienen constantes todas las variables de las viviendas tipo a excepción de la compacidad, es posible realizar una serie de simulaciones que permitan obtener una estimación global de la influencia de la compacidad y su contraste con el resto de estrategias.

El análisis de las simulaciones permite estimar igualmente la influencia de la compacidad en la demanda de una vivienda tipo por zona climática.

Con esos datos se podrá realizar una estimación simplificada que permita ponderar adecuadamente la puntuación final asociada a la influencia de la compacidad.



■ COMPACIDAD (9%) ■ ORIENTACIÓN (6%) ■ CONTINENTALIDAD (7%) ■ AISLAMIENTO (28%) ■ VENTILACIÓN (7%)
■ INERCIA TÉRMICA (12%) ■ INFILTRACIÓN (31%)

Ilustración: Resumen de las simulaciones con resalte de la influencia de la compacidad en la demanda.

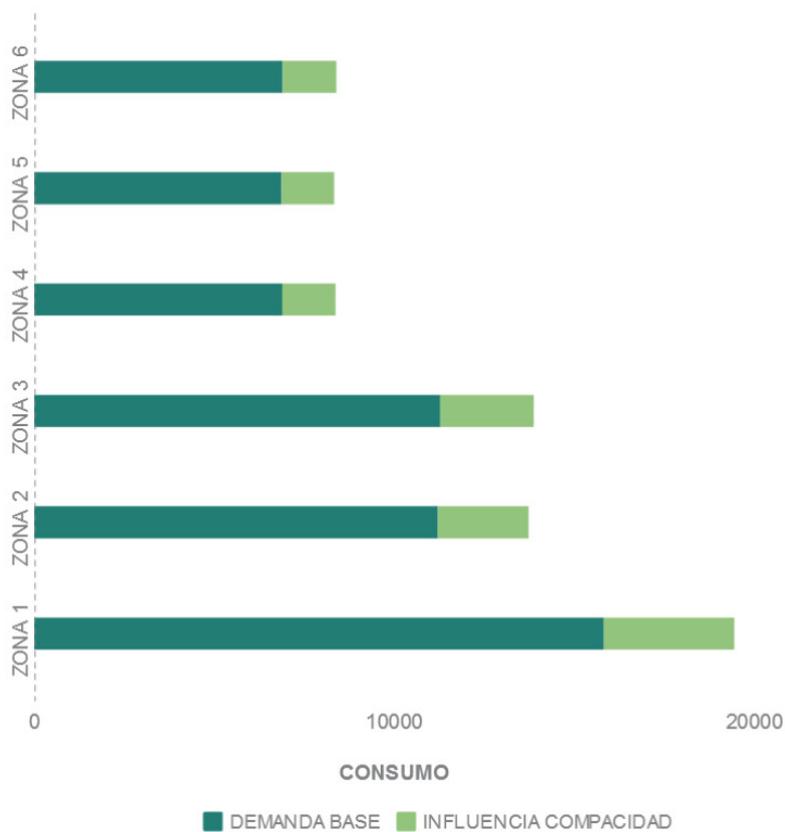
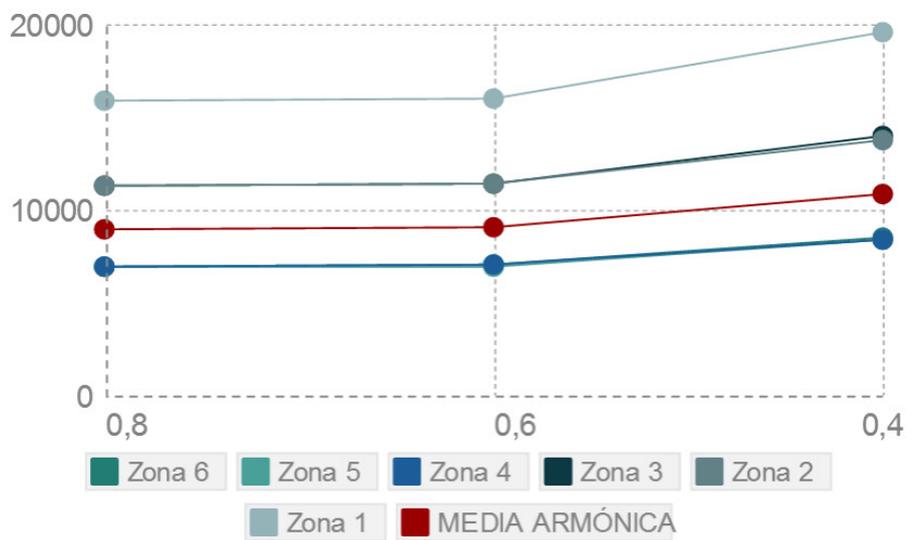


Ilustración: Representación en la parte superior del resumen de las simulaciones en donde se representa el consumo energético -eje Y- según zona climática y valor del índice de compacidad -eje X-y, en la parte inferior gráfica con la demanda base y el suplemento de consumo a peor compacidad.

2.7.4 CÁLCULO PUNTUACIÓN COMPACIDAD

Para obtener la puntuación específica se aplicará la siguiente fórmula que relaciona una esfera con la forma a analizar:

$$COMP = \frac{4,836 \times V_e^{\left(\frac{2}{3}\right)}}{A_e}$$

Onde:

COMP: compacidad

Ve: volumen de los espacios habitables¹ de la edificación en m³

Ae: área de la envolvente de los espacios habitables en m²

En base al valor "COMP", la puntuación es la que figura en la tabla.

COMPACIDAD

	COMP<0.50	0.50<COMP<0.70	COMP>0.70
Zona 1	0.5	1	2
Zona 2	0.5	1	2
Zona 3	0.5	1	2
Zona 4	0	1	2.5
Zona 5	0	1	2.5
Zona 6	0.75	1	3

¹ Se asume la definición del CTE: " Recinto interior destinado al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas. Se consideran recintos habitables los siguientes: a) habitaciones y estancias (dormitorios, comedores, bibliotecas, salones, etc.) en edificios residenciales; b) aulas, bibliotecas, despachos, en edificios de uso docente; c) quirófanos, habitaciones, salas de espera, en edificios de uso sanitario; d) oficinas, despachos; salas de reunión, en edificios de uso administrativo; e) cocinas, baños, aseos, pasillos y distribuidores, en edificios de cualquier uso; f) zonas comunes de circulación en el interior de los edificios; g) cualquier otro con un uso asimilable a los anteriores.

Según esta elección se definen volumen habitable y superficie de la envolvente de ese volumen. Los espacios no habitables (ej: bajo cubierta sin uso o garaje no formarían parte del volumen que afecta al coeficiente de compacidad).



página intencionadamente en blanco



2.8 ORIENTACIÓN

2.8.1 REQUISITO BÁSICO

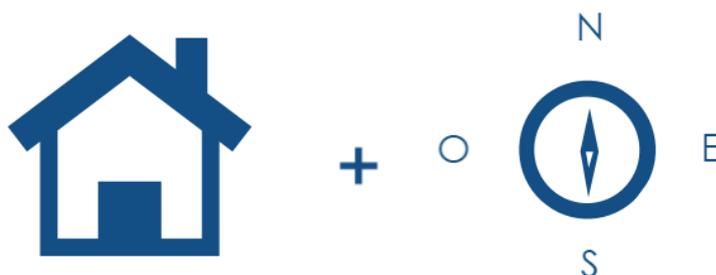
La orientación en las viviendas es una estrategia pasiva evidente. Orientarse bien, tanto en la implantación como en la forma concreta de una envolvente que sirve de elemento separador con el medio es algo directamente relacionado con el ejercicio de diseño pasivo que siempre ha formado parte del conocimiento transmitido en la Arquitectura Popular.

El requisito básico asociado a la orientación será orientar la construcción de tal manera que en la parte opaca de la envolvente y especialmente en los huecos, se permita tener una menor superficie expuesta en los períodos de exceso de soleamiento –limitando así la necesidad de refrigeración- y una mayor superficie en los períodos de menor soleamiento– limitando así la necesidad de calefacción-.

Aunque se considera la envolvente en su totalidad, sería lógico asociar las mejores orientaciones a las zonas de mayor uso y consumo estableciendo relaciones entre las horas de uso y de soleamiento. Vincular a la envolvente mejor orientada¹ espacios de uso ocasional o no habitables supondrán una pérdida de las necesarias ganancias por radiación solar y del confort térmico del usuario. El proyectista debe atender a esta necesidad.

En esta variable la radiación solar se vincula principalmente con la capacidad de captación de energía del sol. El posible exceso de soleamiento en periodo estival se cuantificará a través de las variables continentalidad y ventilación.

Por su influencia en el balance energético y su especial disposición, se debe atender especialmente a la forma de las cubiertas que separen un espacio habitable del exterior.



¹ Podría considerarse de manera simplificada que en nuestra latitud la orientación que más ganancias recibe en invierno es la sur (entorno al triple) y en periodo estival las orientaciones este y oeste.

2.8.2 MAPA DE RADIACIÓN SOLAR

A través de las simulaciones, en Galicia, se ha asociado la orientación principalmente a la ganancia de energía solar.

En base a ello, el mapa asociado a la orientación se corresponderá con la radiación solar.

2.8.2.1 LENDA DE DATOS

Z1 < 3.08 < Z2 < 3.23 < Z3 < 3.38 < Z4 < 3.54 < Z5 < 3.77 < Z6 (kWh/m²)

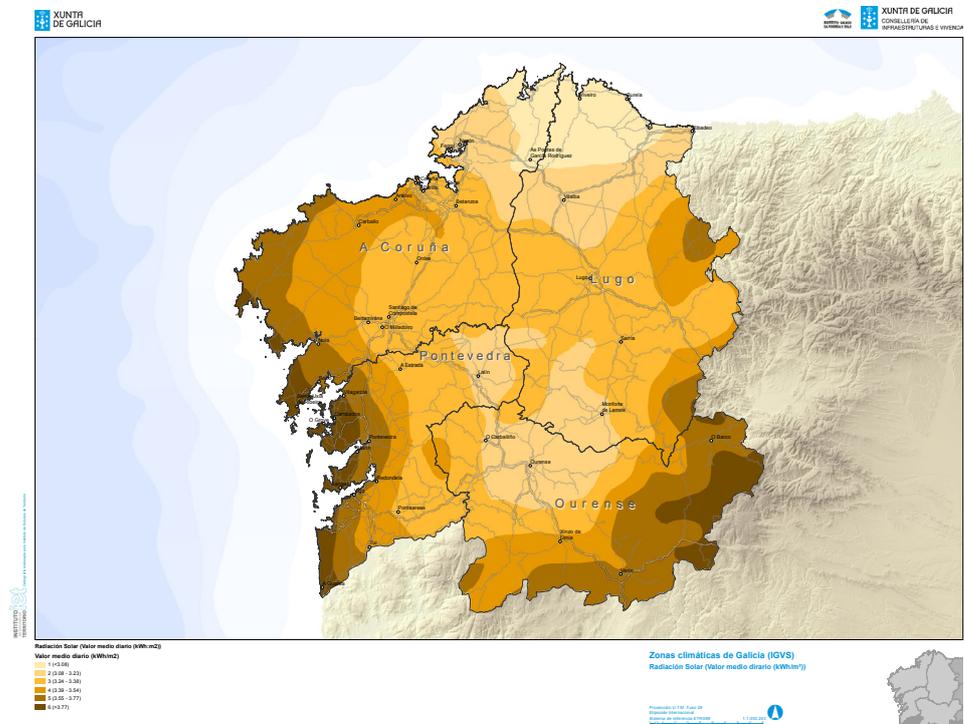
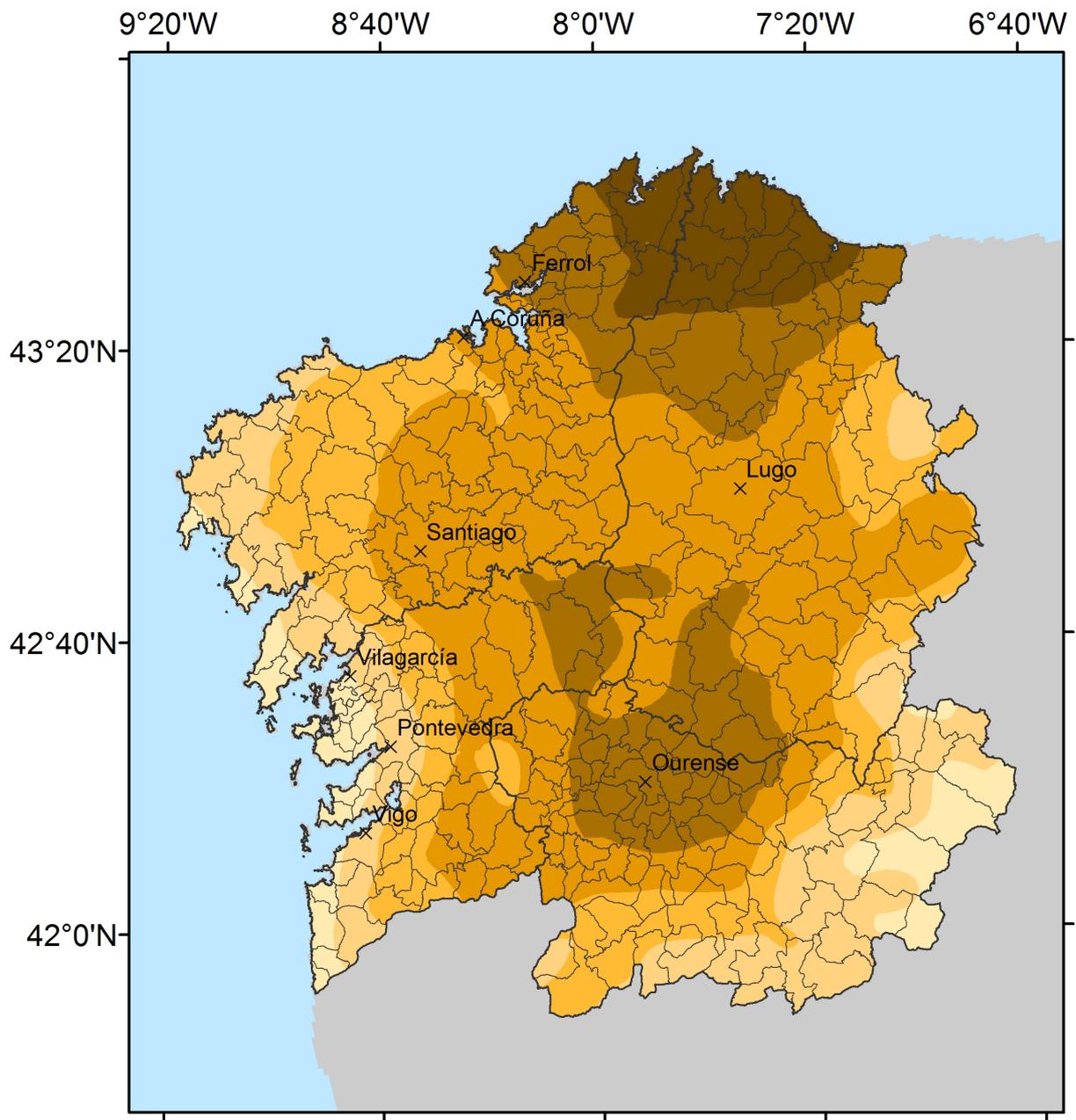


Ilustración: Captura de pantalla web de consulta interactiva.



RADIACIÓN SOLAR

- Zona 1
- Zona 2
- Zona 3
- Zona 4
- Zona 5
- Zona 6

2.8.3 RESUMEN SIMULACIONES ESTRATEGIA ORIENTACIÓN

Si se mantienen constantes todas las variables de las viviendas tipo a excepción de la orientación, es posible realizar una serie de simulaciones que permitan obtener una estimación global de la influencia de la orientación y su contraste con el resto de estrategias.

El análisis de las simulaciones permite estimar igualmente la influencia de la orientación en la demanda de una vivienda tipo por zona climática.

Con esos datos se podrá realizar una estimación simplificada que permita ponderar adecuadamente la puntuación final asociada a la influencia de la orientación.

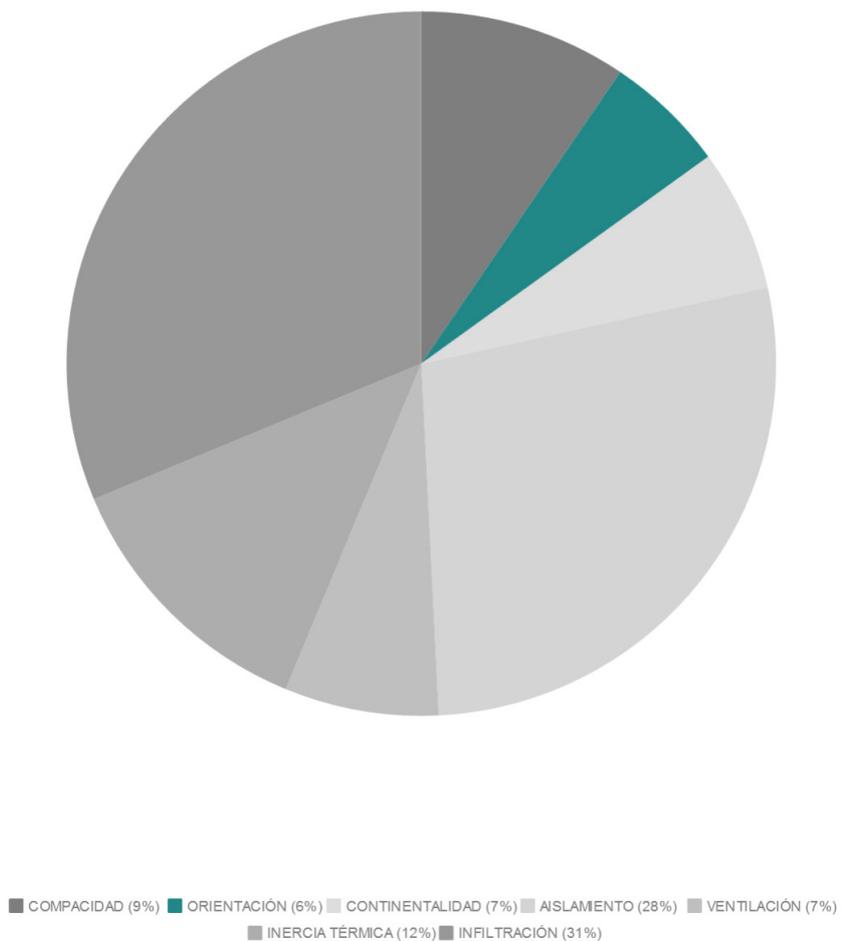


Ilustración: Resumen de las simulaciones con resalte de la influencia de la orientación en la demanda.

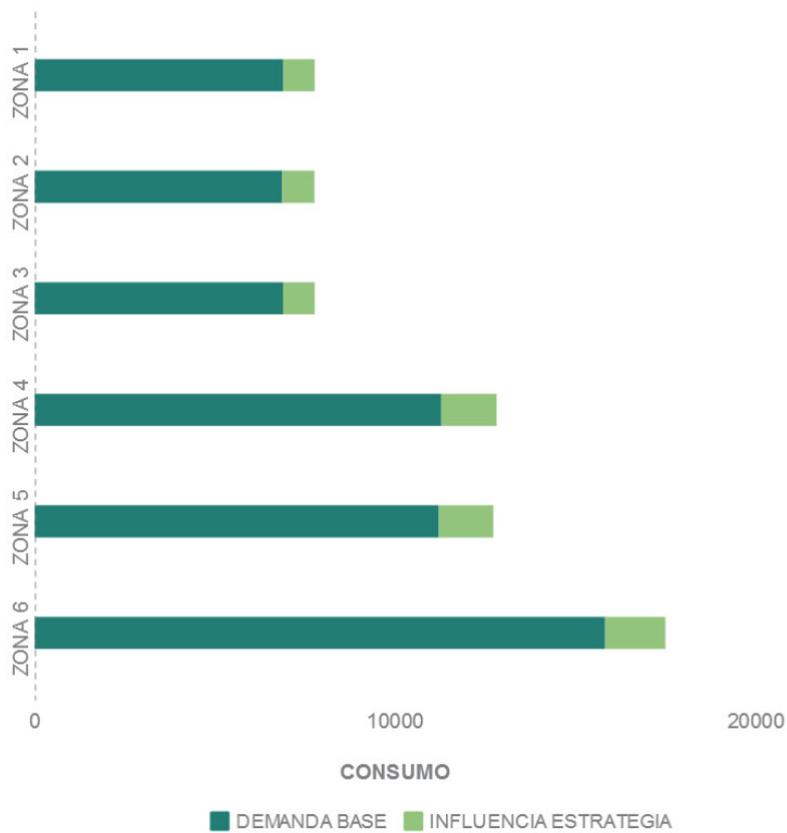
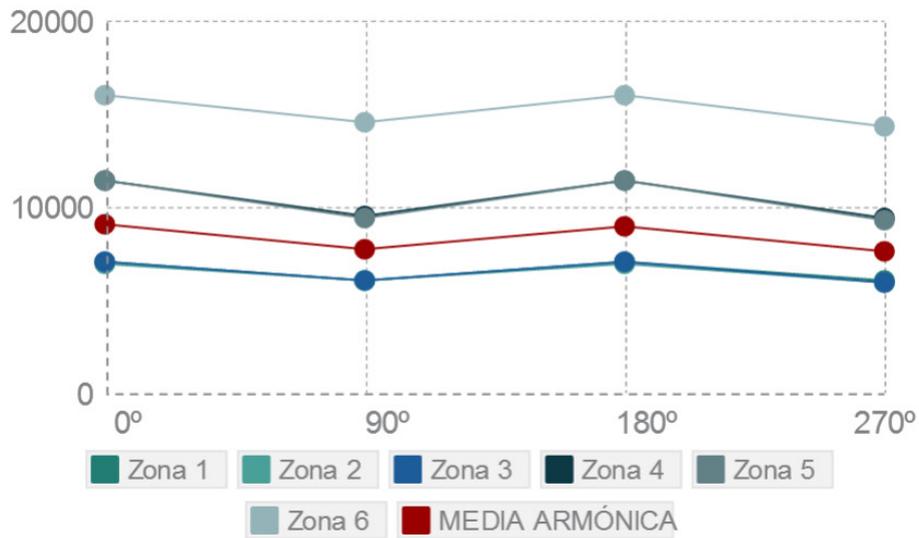


Ilustración: Representación en la parte superior del resumen de las simulaciones en donde se representa el consumo energético -eje Y- según zona climática y valor de la orientación -eje X- y, en la parte inferior gráfica con la demanda base y el suplemento de consumo a peor orientación.

2.8.4 CÁLCULO ORIENTACIÓN

A los efectos oportunos se considerara la mejor orientación aquella en que la envolvente principal¹ ofrece una menor superficie en los períodos de exceso de soleamiento y una máxima superficie en los períodos de menor soleamiento.

El índice de orientación evalúa la orientación de la envolvente² en relación con la zona en la que se ubica.

La orientación de las cubiertas será la de su ortogonal en vista cenital. Las cubiertas con menos de 10° de inclinación se considerarán Sur.

La orientación de las envolvente en contacto con el terreno u horizontales de flujo descendente se considerarán Norte.

La puntuación unitaria de una envolvente es la siguiente:

ORIENTACIÓN

	N	S	E	O
Zona 1	0.5	1.5	1	1
Zona 2	0.5	1.5	1	1
Zona 3	0.5	1.5	1	1
Zona 4	0.5	1.5	1	1
Zona 5	0.5	1.5	1	1
Zona 6	0.4	2	1	1

¹ Considerando esta la de mayor transmisión térmica total de las existentes en la vivienda.

² Se asume definición CTE: " Se compone de los cerramientos del edificio que separan los recintos habitables del ambiente exterior y las particiones interiores que separan los recintos habitables de los no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior."



2.9 CONTINENTALIDAD

2.9.1 REQUISITO BÁSICO

La continentalidad¹ cuantifica la amplitud térmica estacional. A mayor continentalidad mayor diferencia entre estación fría y estival, y mayor necesidad de incorporar en la edificación mecanismos de adaptación a dos situaciones diferentes.

El requisito básico asociado a la continentalidad es la correcta solución constructiva de la envolvente de tal manera que se permita una adecuada adaptabilidad a la amplitud de las condiciones del clima.

La envolvente se valorará en función de su capacidad de adaptación a los cambios entre las estaciones.

2.9.1.1 CÁLCULO DE LA CONTINENTALIDAD

El índice de continentalidad simple o intervalo térmico anual permite conocer la amplitud de la variación anual de temperatura.

El índice de continentalidad se calculará aplicando la siguiente fórmula:

$$I_c = T_{\max} - T_{\min} \text{ (en grados centígrados)}$$

Donde:

T_{\max} : temperatura media del mes más cálido del año

T_{\min} : temperatura media del mes más frío del año

¹ S. Salvador Rivas: los índices de continentalidad reflejan la amplitud de la oscilación anual de la temperatura. Así mismo, el grado de continentalidad es directamente proporcional a la citada amplitud. En sentido contrario se utiliza el vocablo oceanidad; mares, lagos y océanos no helados tienden a amortiguar el contraste de la temperatura, mientras que con alejamiento de las costas, tierra adentro, sucede lo contrario.

2.9.2 MAPA DE ZONAS DE CONTINENTALIDAD

A través de las simulaciones, en Galicia, se asocian los mecanismos de adaptación al clima con la continentalidad.

En base a ello, el mapa asociado a la continentalidad se corresponderá el la variable climática continentalidad.

2.9.2.1 LEYENDA DE DATOS

$Z1 < 10.35 < Z2 < 11.24 < Z3 < 12.24 < Z4 < 13.14 < Z5 < 14.05 < Z6$ (°C)

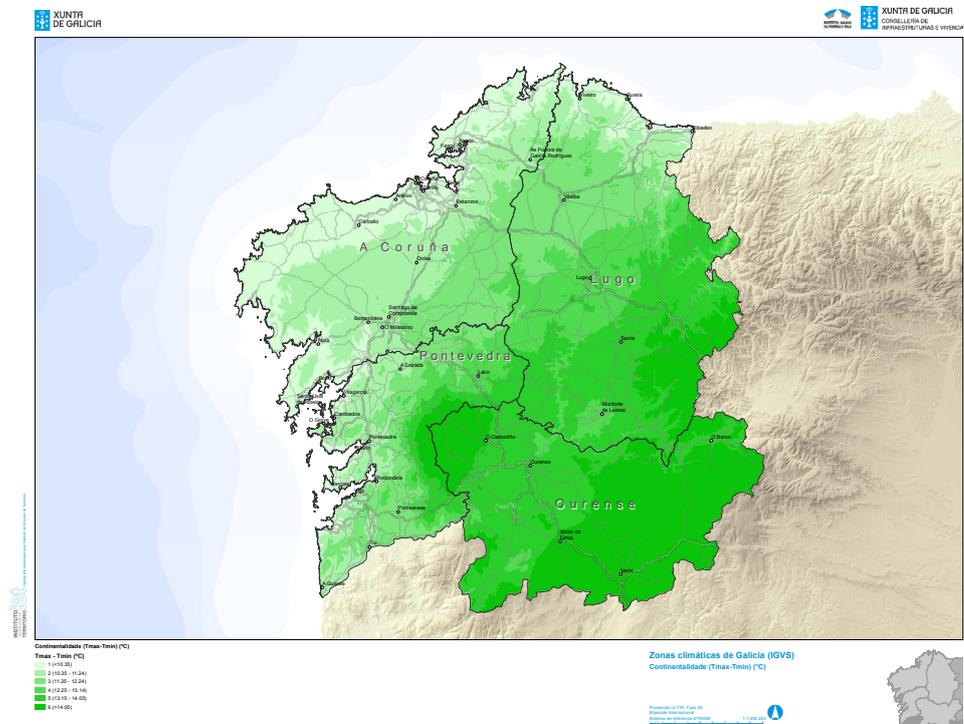
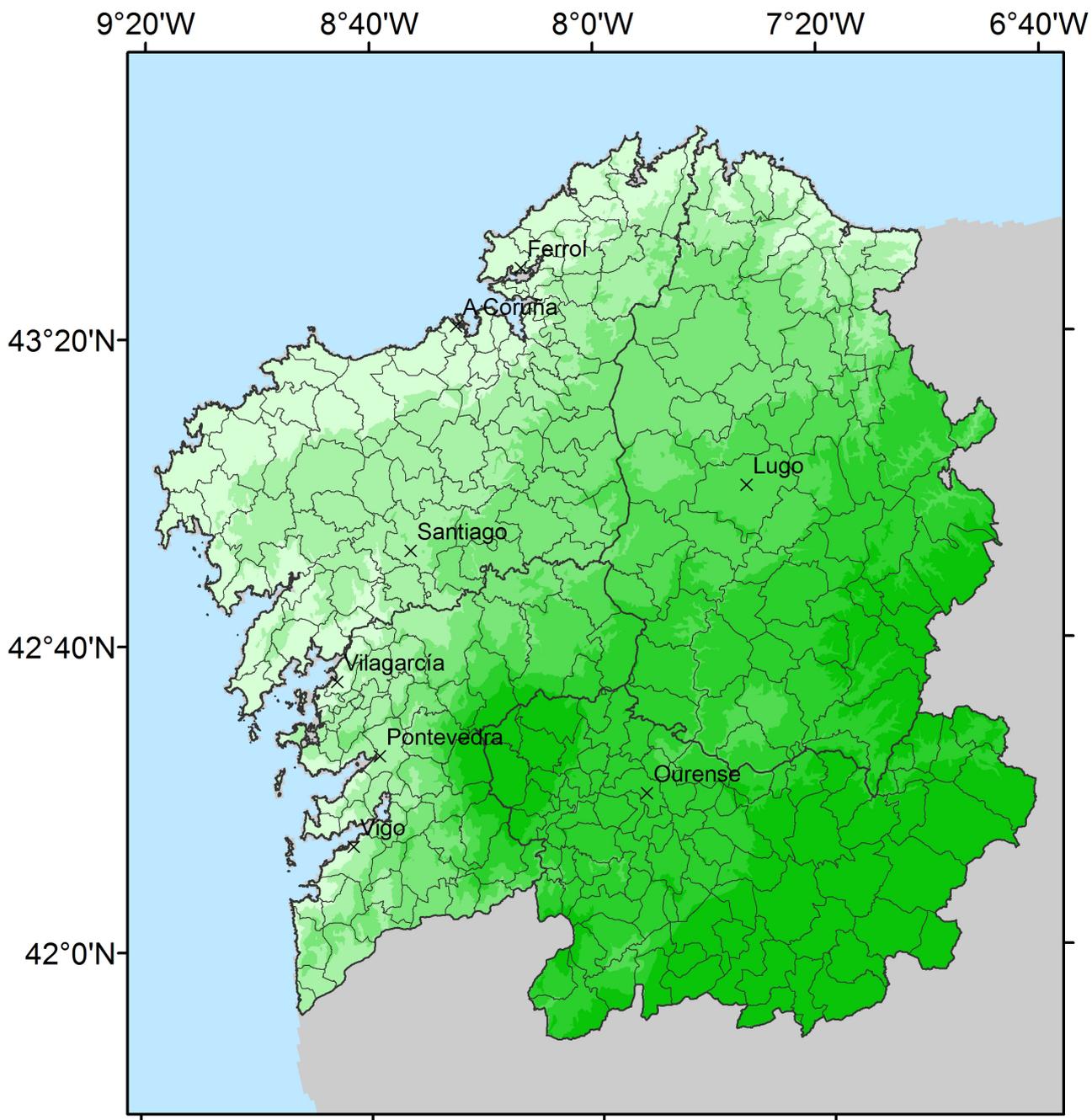


Ilustración: Captura de pantalla web de consulta interactiva.



CONTINENTALIDAD

- Zona 1
- Zona 2
- Zona 3
- Zona 4
- Zona 5
- Zona 6

2.9.3 RESUMEN DE LAS SIMULACIONES DE LA ESTRATEGIA CONTINENTALIDAD

Si se mantienen constantes todas las variables de las viviendas tipo a excepción de los mecanismos de adaptabilidad, es posible realizar una serie de simulaciones que permitan obtener una estimación global de la influencia de la continentalidad y su contraste con el resto de estrategias.

El análisis de las simulaciones permite estimar igualmente la influencia de la continentalidad en la demanda de una vivienda tipo por zona climática.

Con esos datos se podrá realizar una estimación simplificada que permita ponderar adecuadamente la puntuación final asociada a la influencia de la continentalidad.

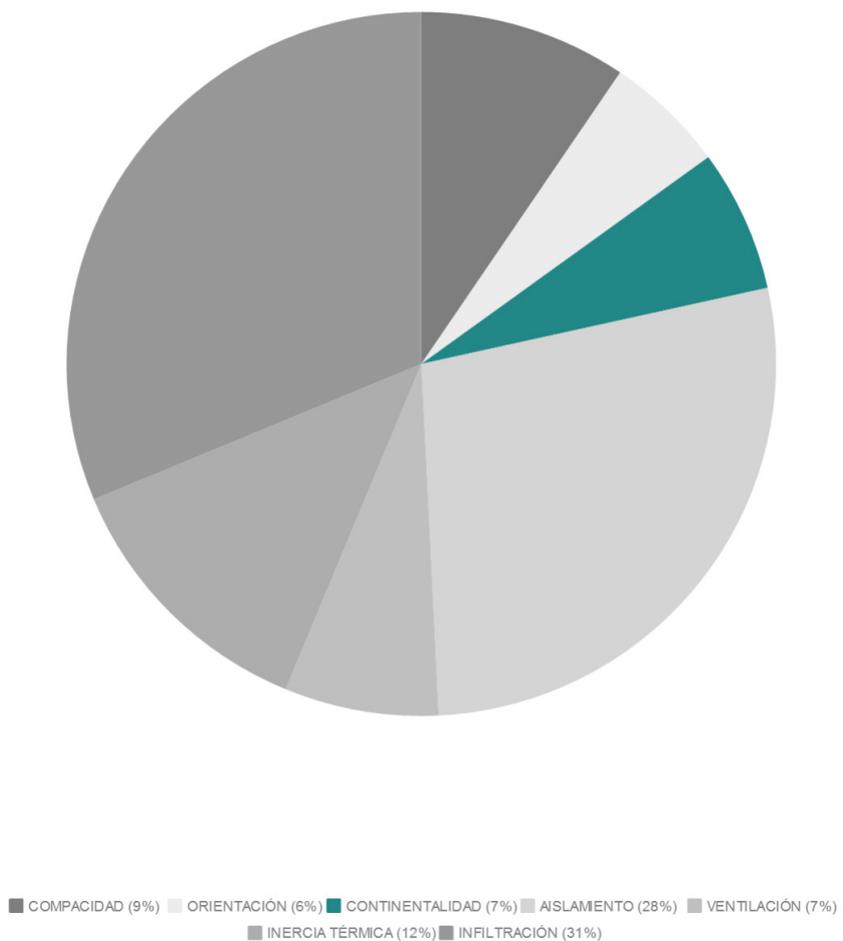


Ilustración: Resumen de las simulaciones con resalte de la influencia de la continentalidad en la demanda.

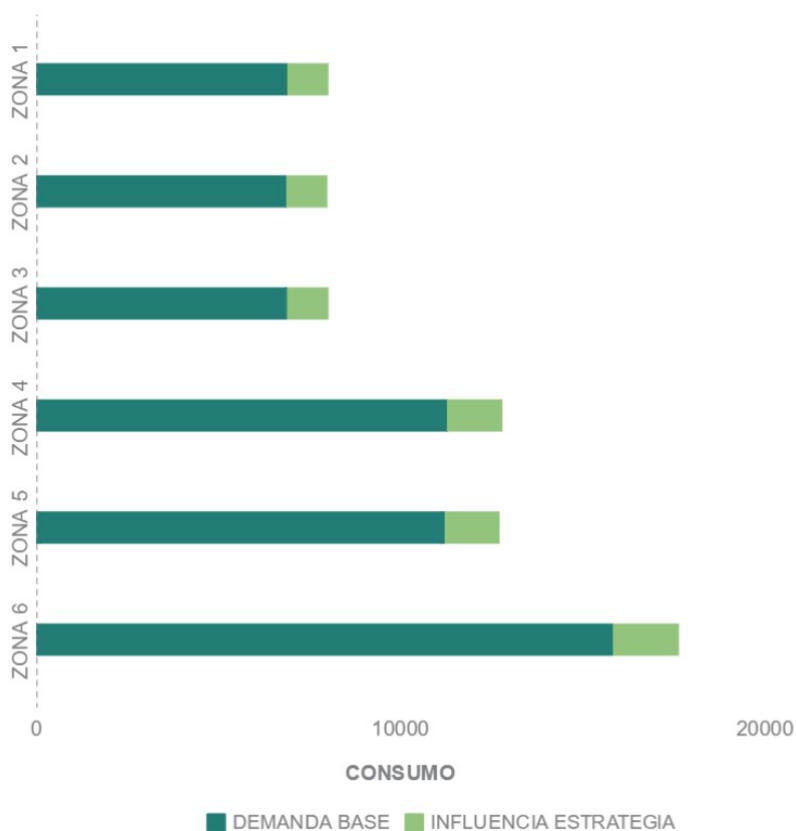
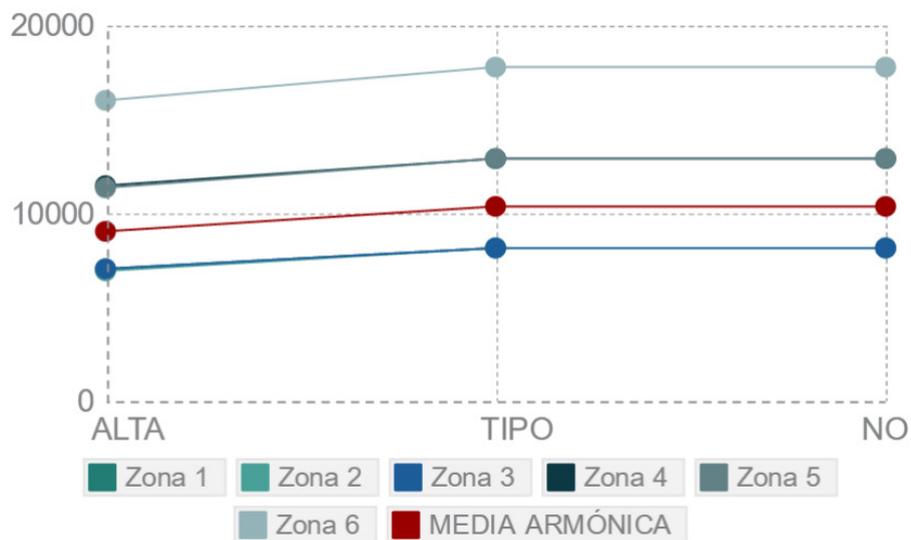


Ilustración: Representación en la parte superior del resumen de las simulaciones en donde se representa el consumo energético -eje Y- según zona climática y mecanismos adaptabilidad -eje X-y, en la parte inferior gráfica con la demanda base y el suplemento de consumo a peor adaptación a la continentalidad.

2.9.4 PUNTUACIÓN CONTINENTALIDAD

A los efectos prácticos se tendrá en cuenta la continentalidad ponderando adecuadamente la capacidad de la edificación para adaptar su comportamiento energético a los cambios del medio.

Se considera que una envolvente es sin mecanismos de adaptabilidad si es una envolvente convencional con retranqueo tipo. La presencia de persianas o de vidrios con altas prestaciones no modifica la clasificación.

Una envolvente se considerará con presencia tipo de mecanismos de adaptabilidad si tiene aleros o celosías que controlen el exceso de soleamiento en periodo estival, y se considera que una envolvente tiene alta presencia de mecanismos de adaptabilidad si incorpora en su comportamiento constructivo mecanismos de control solar en periodo estival que no supongan una reducción de la ganancia solar en periodo frío.

La influencia sobre una envolvente de vegetación estacional que permita este efecto (ejemplo: viñas o árboles de hoja caduca) se acepta como mecanismo con alta presencia de adaptabilidad.

La puntuación correspondiente a la continentalidad unitaria se obtendrá de la siguiente tabla:

	Envolvente sin mecanismos de adaptabilidad	Envolvente con presencia tipo de mecanismos de adaptabilidad	Envolvente con alta presencia de mecanismos de adaptabilidad
Zona 1	1	1.5	2
Zona 2	1	1.5	2
Zona 3	1	1.5	2
Zona 4	0.75	1.5	2.5
Zona 5	0.75	1.5	2.5
Zona 6	0.5	1.5	3



2.10 AISLAMIENTO

2.10.1 REQUISITO BÁSICO

Al aportar este documento una mayor acercamiento a las variables climáticas del territorio: parece adecuado primar aquellas mejoras en el aislamiento donde la intensidad del frío es más elevada.

El índice de termicidad invernal¹ pondera la intensidad del frío y el aislamiento de la envolvente de las partes habitables. Estará directamente relacionado con la adecuación de la edificación a la severidad de la época fría.

Las propuestas se adecuarán como mínimo a lo establecido en la normativa de referencia (CTE, RITE) siendo éste el requisito básico.

2.10.2 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DEL FRÍO

El índice de termicidad invernal servirá para calcular la intensidad de la época invernal. Se calcula de la siguiente manera:

$$It_i : \text{índice de termicidad invernal} (T + M + m) 10 \Leftrightarrow (T + T_{\min} \times 2) 10$$

Siendo:

It: índice de termicidad.

T: temperatura media anual

M: temperatura media de las máximas del periodo mensual más frío

m: temperatura media de las mínimas del mes más frío

Tmin: temperatura media del mes más frío del año

Se podrán obtener los datos de la zona correspondiente a la ubicación del mapa que se sigue de una manera precisa en las publicaciones oficiales establecidas al efecto.

¹ S. Rivas Martínez: el "índice de termicidad" Es la suma en décimas de grado de T (temperatura media anual), m (temperatura media de las mínimas del mes más frío) y M (temperatura media de las máximas del periodo mensual más frío) $It = (T + m + M) 10$. It es, por lo tanto, un índice que pondera la intensidad del frío, ..., junto con la temperatura media anual.

2.10.3 MAPA DE TERMICIDAD INVERNAL

A través de las simulaciones, en Galicia, se asocian el aislamiento con la severidad climática en invierno.

En base a ello, el mapa asociado al aislamiento se corresponderá el la variable climática termicidad invernal.

2.10.3.1 LEYENDA DE DATOS

Z1 < 156 < Z2 < 205 < Z3 < 240 < Z4 < 272 < Z5 < 308 < Z6 (°C)

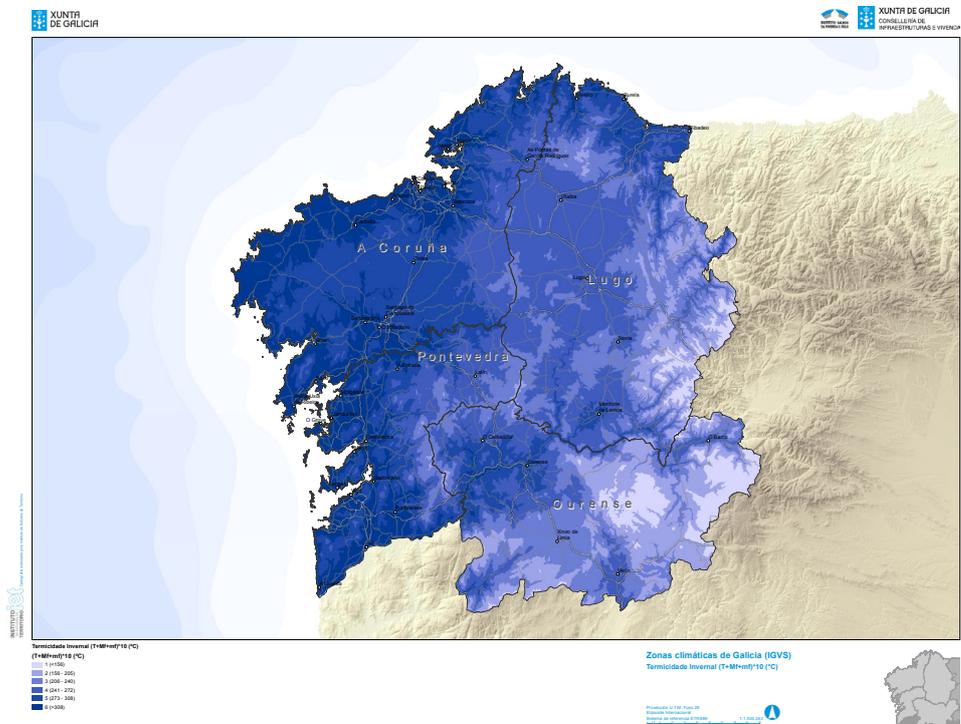
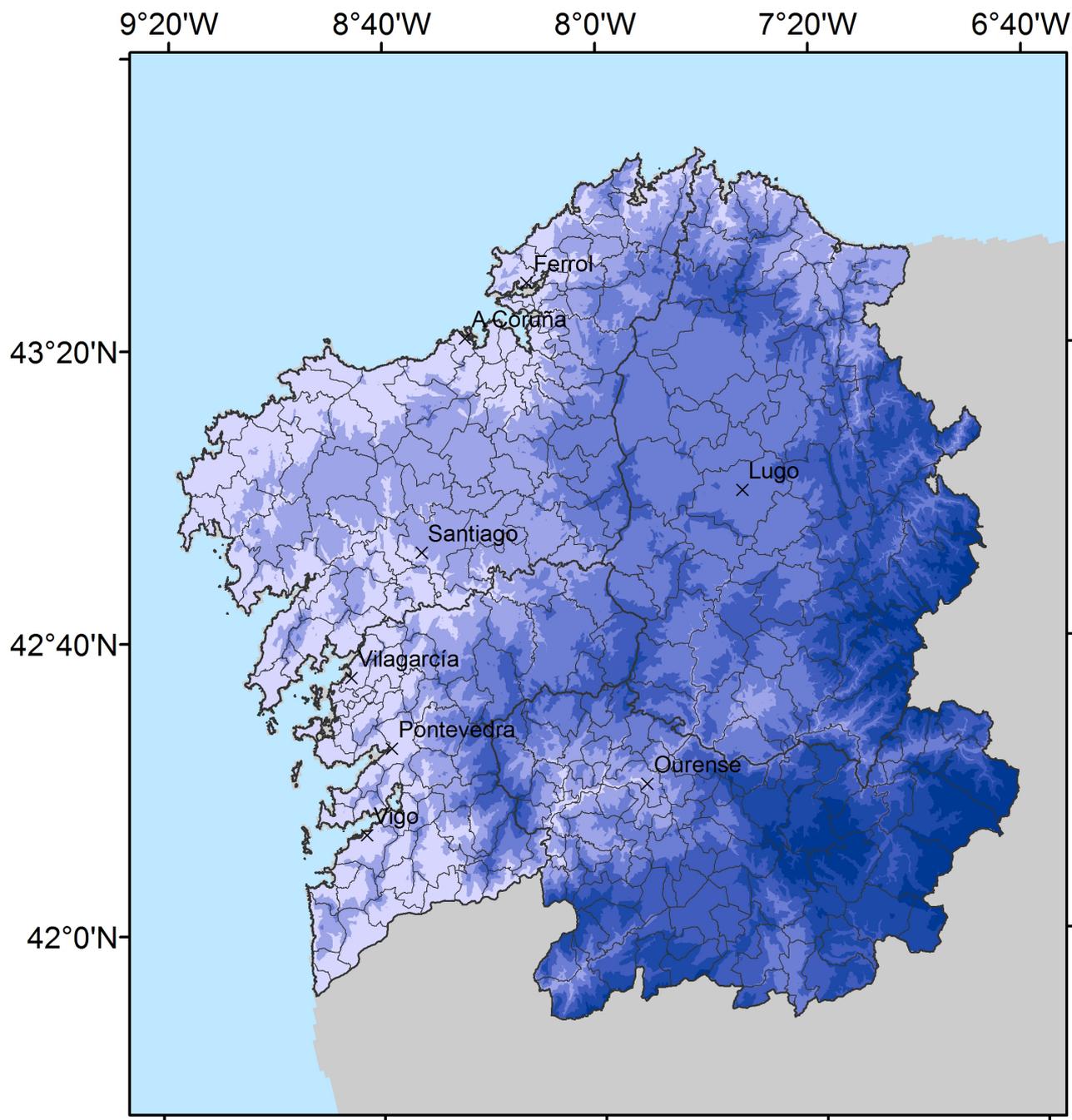


Ilustración: Captura de pantalla web de consulta interactiva.



TERMICIDAD INVERNAL

- Zona 1
- Zona 2
- Zona 3
- Zona 4
- Zona 5
- Zona 6

2.10.4 RESUMEN SIMULACIONES ESTRATEGIA AISLAMIENTO

Si se mantienen constantes todas las variables de las viviendas tipo a excepción del aislamiento, es posible realizar una serie de simulaciones que permitan obtener una estimación global de la influencia del aislamiento y su contraste con el resto de estrategias.

El análisis de las simulaciones permite estimar igualmente la influencia del aislamiento en la demanda de una vivienda tipo por zona climática.

Con esos datos se podrá realizar una estimación simplificada que permita ponderar adecuadamente la puntuación final asociada a la influencia del aislamiento.

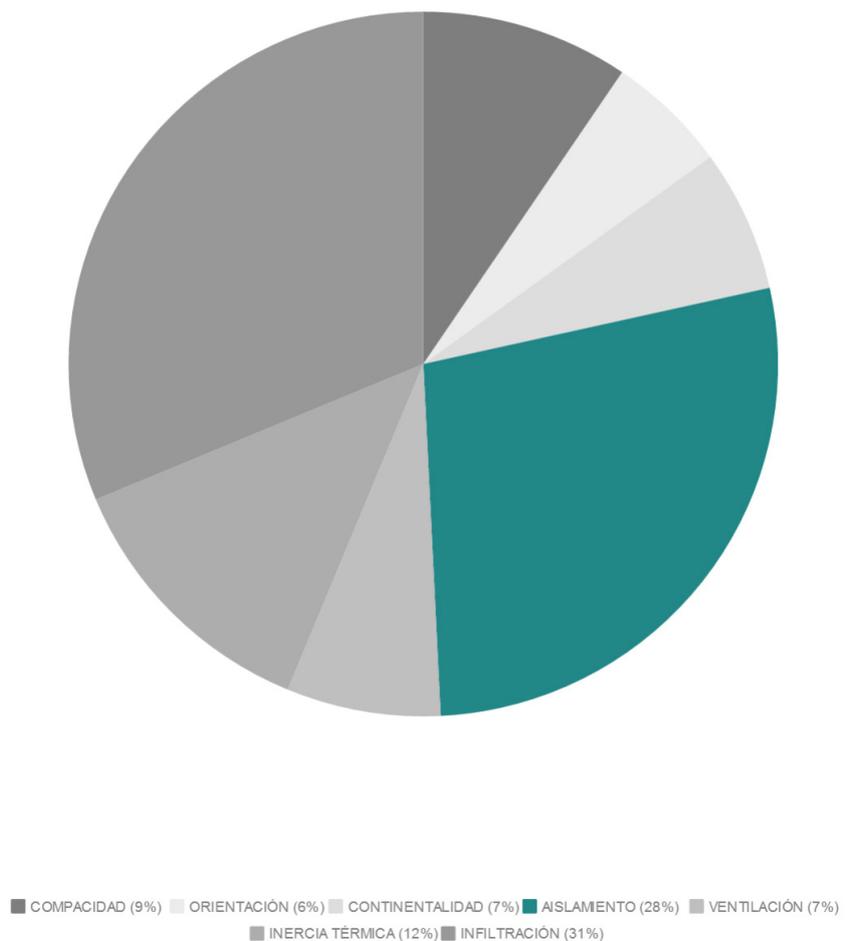


Ilustración: Resumen de las simulaciones con resalte de la influencia del aislamiento en la demanda.

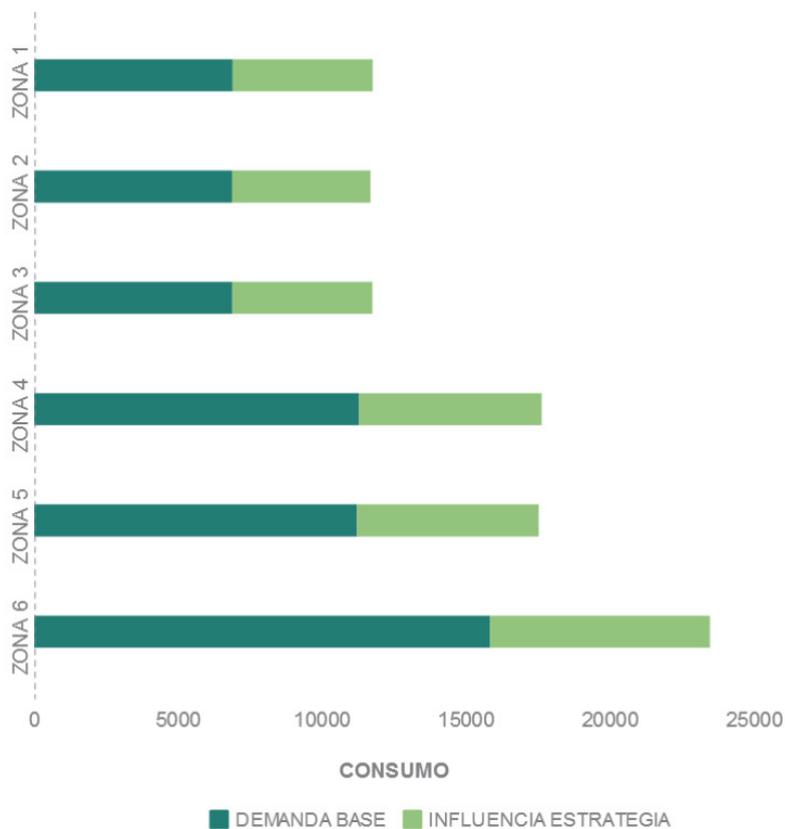
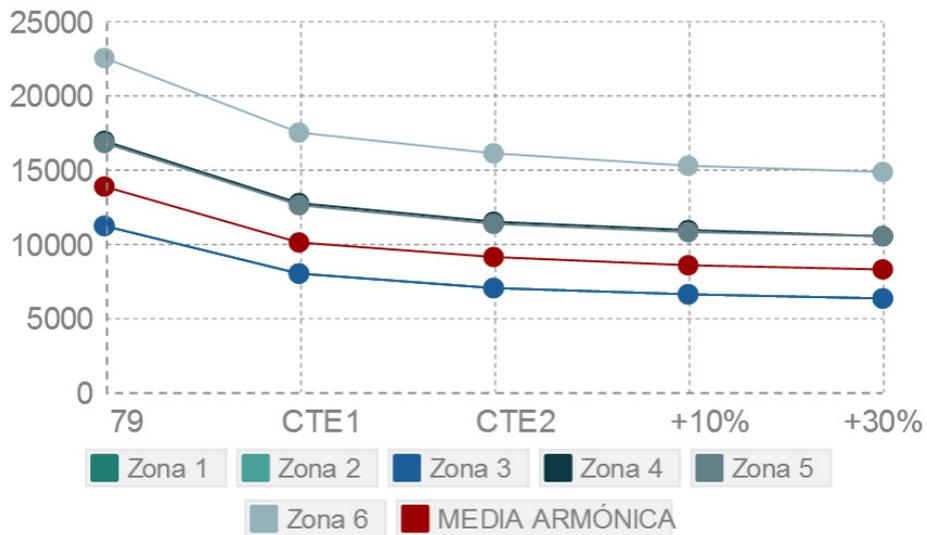


Ilustración: Representación en la parte superior del resumen de las simulaciones en donde se representa el consumo energético -eje Y- según zona climática y nivel de aislamiento -eje X- y en la parte inferior, gráfica con la demanda base y el suplemento de consumo a peor aislamiento.

2.10.5 PUNTUACIÓN AISLAMIENTO

Para la puntuación asociada al aislamiento de la envolvente de una vivienda se tendrá en cuenta la transmitancia térmica lineal¹ y su mejora en relación a la establecida en el CTE².

La puntuación unitaria correspondiente al aislamiento se asocia a la mejora de los parámetros característicos de la envolvente térmica³ y se obtendrá en la siguiente tabla:

	Mejora de los parámetros <10 %	Mejora de los parámetros entre un 10% y un <30 %	Mejora de los parámetros >30 %
Zona 1	1.5	2	3
Zona 2	1.5	2	3
Zona 3	1.5	2	3
Zona 4	1	2	3.5
Zona 5	1	2	3.5
Zona 6	0.5	2	4

1 CTE: "...flujo de calor, en régimen estacionario, para una longitud y diferencia de temperaturas unitarias de los medios situados a cada lado del puente térmico que se considera.

2 Tal y como se podría comprobar en el resumen de simulaciones, a partir de un determinado valor, el aumento de aislamiento en el cerramiento no supondría una mejora proporcional en la transmitancia. Los parámetros característicos de la envolvente térmica del CTE 2013 se acercan ya a un valor cuya mejora no supondría un aumento significativo de las prestaciones, pero en atención a los valores del parque edificatorio actual y al carácter del documento se pondera la puntuación de esta estrategia.

3 Se aceptan como válidos los valores orientativos de los parámetros característicos de la envolvente térmica que figuran en el apéndice E del DB-HE:

E.2 Parámetros característicos de la envolvente térmica

Tabla E.1. Transmitancia del elemento [W/m² K]

Transmitancia del elemento [W/m ² K]	Zona Climática					
	α	A	B	C	D	E
U _M	0.94	0.50	0.38	0.29	0.27	0.25
U _S	0.53	0.53	0.46	0.36	0.34	0.31
U _C	0.50	0.47	0.33	0.23	0.22	0.19

U_M: Transmitancia térmica de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno

U_S: Transmitancia térmica de suelos (forjados en contacto con el aire exterior)

U_C: Transmitancia térmica de cubiertas

Tabla E.2. Transmitancia térmica de huecos [W/m² K]

Transmitancia térmica de huecos [W/m ² K]	α	A	B	C	D	E	
Captación solar	Alta	5.5 – 5.7	2.6 – 3.5	2.1 – 2.7	1.9 – 2.1	1.8 – 2.1	1.9 – 2.0
	Media	5.1 – 5.7	2.3 – 3.1	1.8 – 2.3	1.6 – 2.0	1.6 – 1.8	1.6 – 1.7
	Baja	4.7 – 5.7	1.8 – 2.6	1.4 – 2.0	1.2 – 1.6	1.2 – 1.4	1.2 – 1.3

NOTA: Para el factor solar modificado se podrá tomar como referencia, para zonas climáticas con un verano tipo 4, un valor inferior a 0,57 en orientación sur/sureste/suroeste, e inferior a 0,55 en orientación este/oeste.



2.11 VENTILACIÓN

2.11.1 DEFINICIÓN Y REQUISITO BÁSICO

En situación análoga al aislamiento, parece adecuado primar aquellas mejoras en la ventilación interior donde la intensidad del calor sea más elevada.

La ventilación de este apartado se asocia a la capacidad de disipación de calor a través de la ventilación natural por lo que no debe confundirse con el sistema general de ventilación híbrido o mecánico asociado a la calidad del aire interior a través de la renovación¹ y que se cuantificará en el apartado de instalaciones.

El índice de termicidad estival² se considera un índice válido para ponderar la intensidad del calor y la ventilación diurna y nocturna de la edificación estará directamente relacionada con la adecuación de la edificación a la necesidad de disipar calor, siendo, de hecho, la estrategia que se ponderará en el presente apartado.

Las propuestas se adecuarán como mínimo a lo establecido en la normativa de referencia (CTE, RITE) siendo este el requisito básico.

2.11.2 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DEL CALOR

El índice de termicidad estival servirá para calcular la intensidad de la época estival. Se calcula de la siguiente manera:

$$I_{te} : \text{índice de termicidad estival } (T + M + m) \cdot 10 \Leftrightarrow (T + T_{max} \cdot 2) \cdot 10$$

Siendo:

I_t : índice de termicidad.

T : temperatura media anual

M : temperatura media de las máximas del periodo mensual más cálido

m : temperatura media de las mínimas del mes más cálido

T_{max} : temperatura media del mes más cálido del año

¹ Sección 3 DB-HS. CTE

² Concepto acuñado por el grupo Hábaco partiendo de la clasificación de Rivas Martínez del índice de Severidad.

2.11.3 MAPA DE TERMICIDAD ESTIVAL

A través de las simulaciones, en Galicia, se asocian la ventilación con la severidad climática en verano.

En base a ello, el mapa asociado al aislamiento se corresponderá el la variable climática termicidad estival.

2.11.3.1 LEYENDA DE DATOS

Z1 < 426 < Z2 < 459 < Z3 < 483 < Z4 < 505 < Z5 < 535 < Z6 (°C)

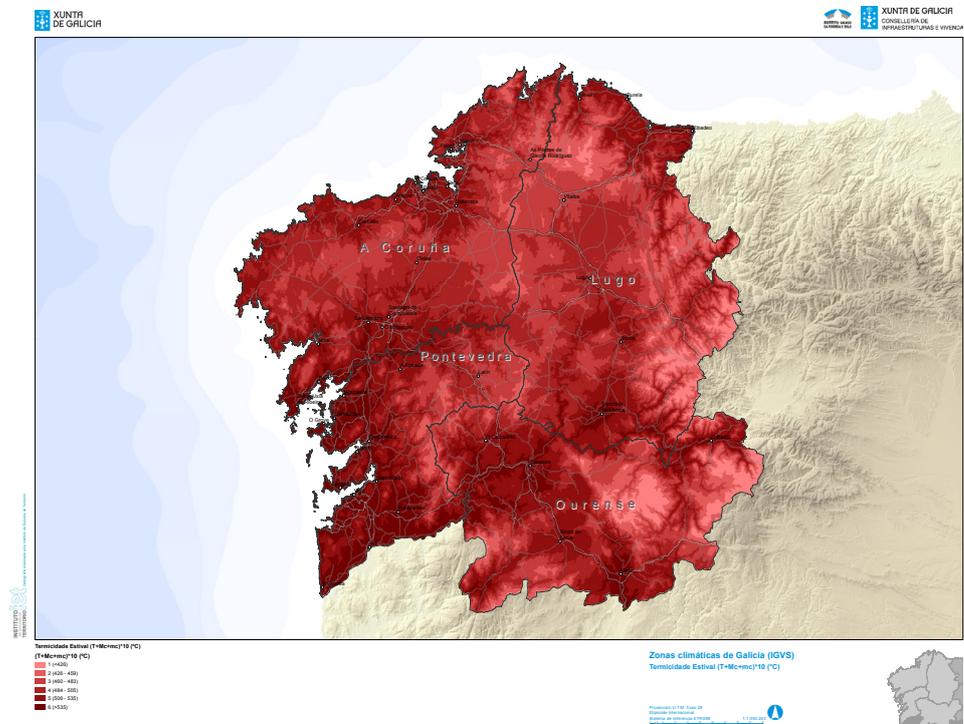
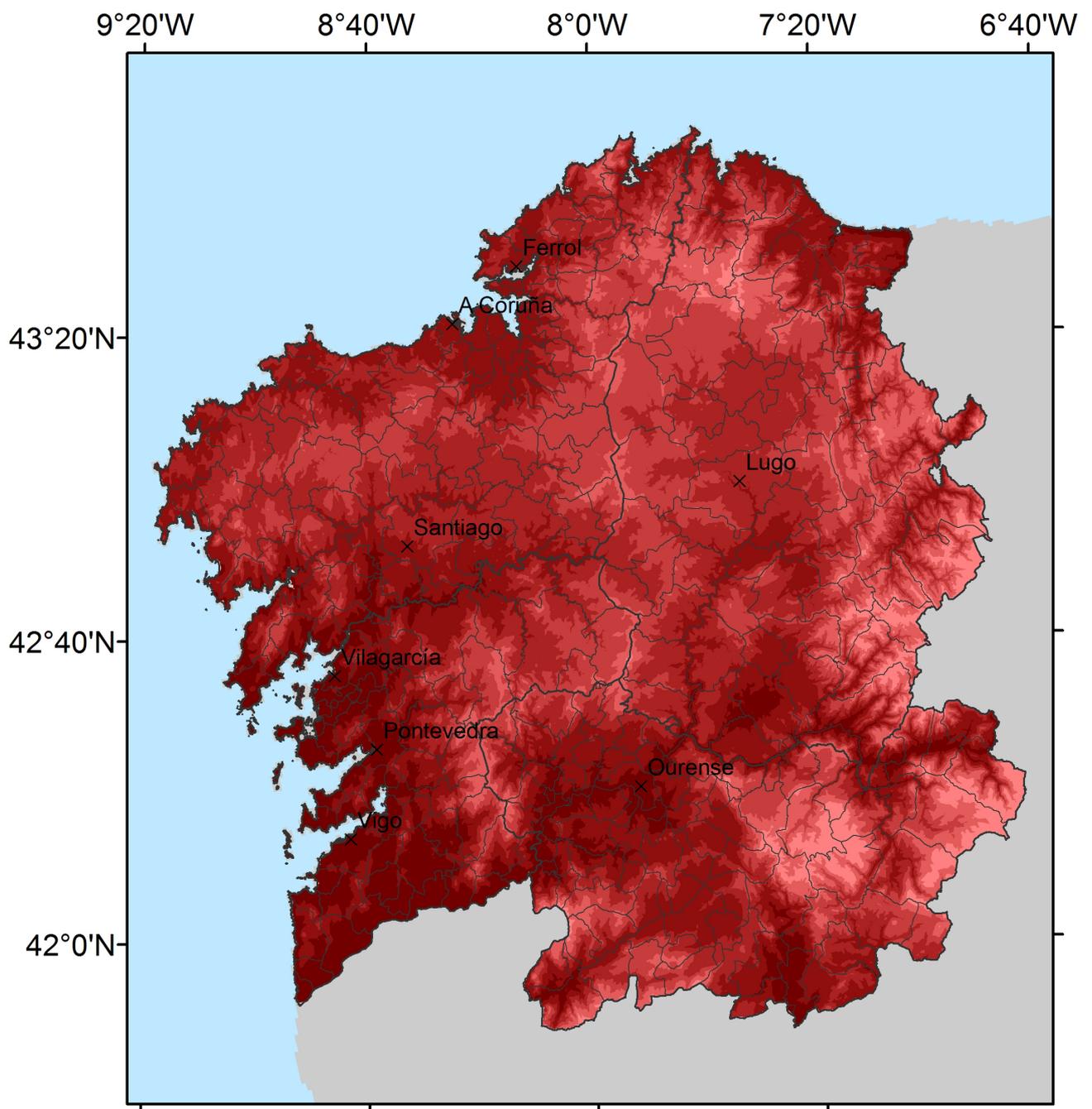


Ilustración: Captura de pantalla web de consulta interactiva.



TERMICIDAD ESTIVAL

- Zona 1
- Zona 2
- Zona 3
- Zona 4
- Zona 5
- Zona 6

2.11.4 RESUMEN SIMULACIONES ESTRATEGIA VENTILACIÓN

Si se mantienen constantes todas las variables de las viviendas tipo a excepción de la disipación de calor por ventilación, es posible realizar una serie de simulaciones que permitan obtener una estimación global de la influencia de la ventilación y su contraste con el resto de estrategias.

El análisis de las simulaciones permite estimar igualmente la influencia de la ventilación en la demanda de una vivienda tipo por zona climática.

Con esos datos se podrá realizar una estimación simplificada que permita ponderar adecuadamente la puntuación final asociada a la influencia de la ventilación.

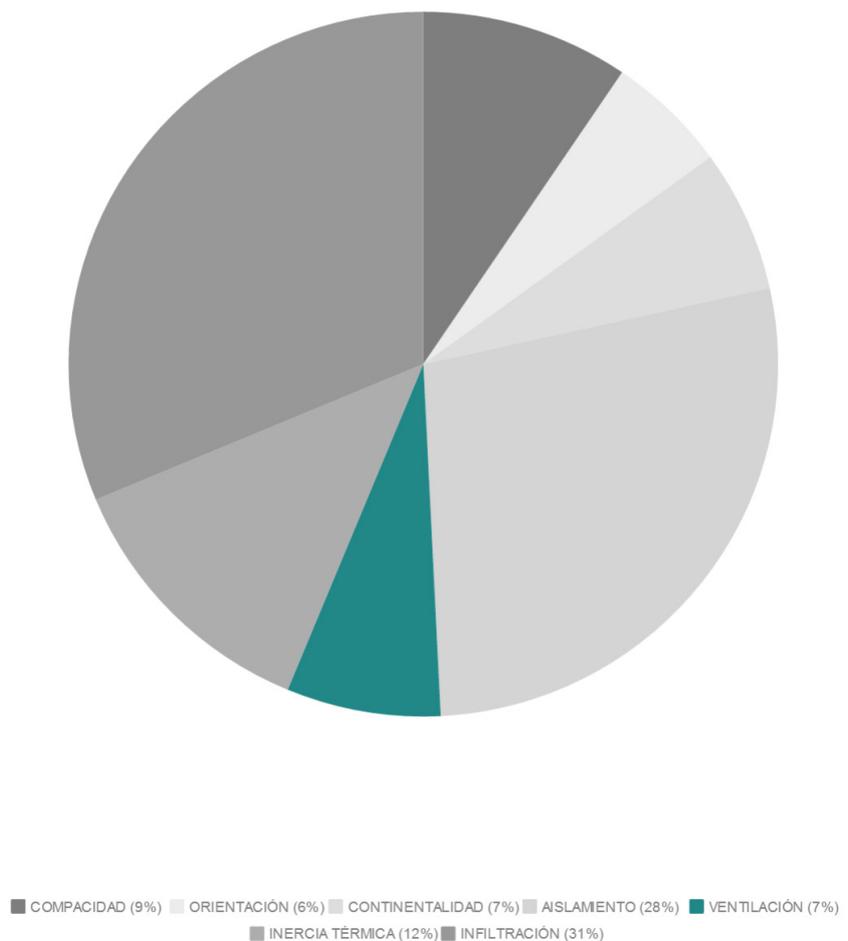


Ilustración: Resumen de las simulaciones con resalte de la influencia de la ventilación en la demanda.

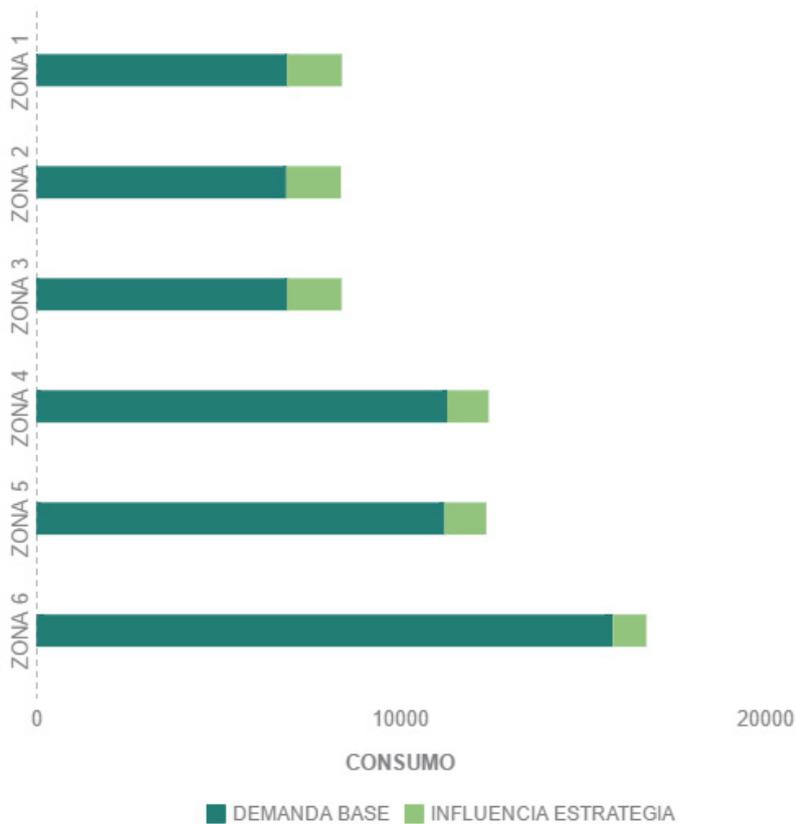
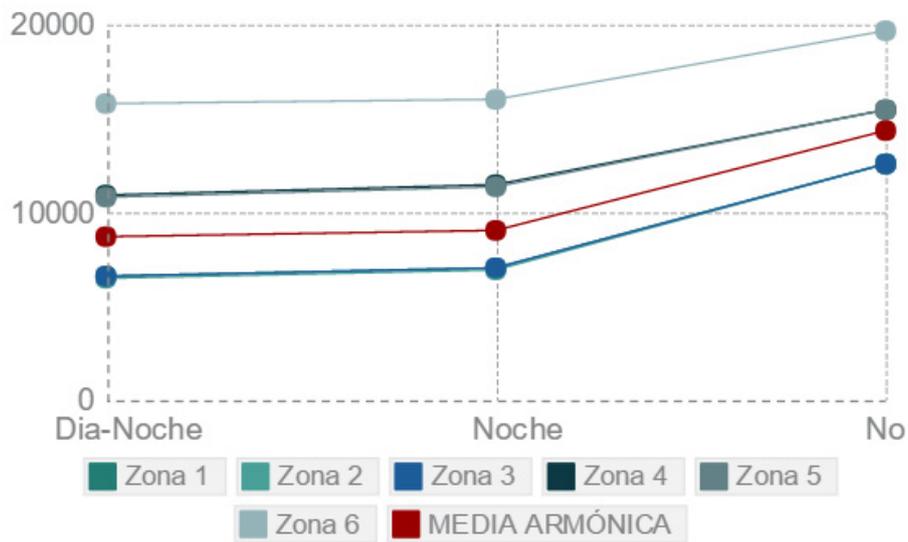


Ilustración: Representación en la parte superior del resumen de las simulaciones en donde se representa el consumo energético -eje Y- según zona climática y tipo de disipación -eje X- y, en la parte inferior, gráfica con la demanda base y el suplemento de consumo a peor disipación.

2.11.5 PUNTUACIÓN VENTILACIÓN

Para los cálculos asociados a la ventilación se tendrá en cuenta la capacidad de disipar calor de la vivienda a través de esta ventilación.

La disipación de calor se realizará a través de la descarga de energía producida por la ventilación cruzada en la vivienda. La renovación del aire interior producida por este efecto se realizará por aire exterior a menor temperatura y sólo¹ en el estío².

La puntuación correspondiente a la ventilación unitaria se obtendrá de la siguiente tabla:

	Sin ventilación	Disipación de calor por ventilación nocturna	Disipación de calor por ventilación diurna y nocturna
Zona 1	0.75	1.5	1.5
Zona 2	0.75	1.5	1.5
Zona 3	0.75	1.5	1.5
Zona 4	0.5	1.5	2
Zona 5	0.5	1.5	2
Zona 6	0.25	1.5	2,5

¹ En periodo frío sería contraproducente.

² Verano. Estación del año que, astronómicamente, comienza en el solsticio de verano y termina en el equinoccio de otoño. Como simplificación se acepta estimar como estío los meses de junio, julio y agosto.



2.12 INERCIA TÉRMICA

2.12.1 DEFINICIÓN Y REQUISITO BÁSICO

El índice de diurnidad o intervalo térmico diario¹ cuantifica la variabilidad térmica diaria.

En las zonas climáticas con una gran amplitud térmica, se considera necesario diseñar una envolvente con inercia térmica suficiente como para atemperar y realizar un control pasivo de las fluctuaciones.

La inercia térmica de la envolvente estará directamente relacionada con la mitigación de los efectos de este valor al reducir y retrasar la variabilidad térmica en el interior de las estancias.

Siendo la inercia en realidad un “gestor energético” sólo se puede considerar una estrategia válida si hay una cesión de energía que permita el aprovechamiento de sus posibilidades en un nuevo térmico -habitualmente la descarga energética es posible por la noche y se sustancia en la cesión del calor acumulado durante el día utilizando ventilación natural.

2.12.2 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DEL CALOR

El índice de diurnidad servirá para calcular la influencia de la inercia térmica. Se calcula de la siguiente manera:

$$I_d = T_{cmax} - T_{cmin} \text{ (en grados centígrados)}$$

Siendo:

I_d : índice de diurnidad.

T_{cmax} : temperatura media de las máximas del mes más contrastado del año

T_{cmin} : temperatura media de las mínimas del mes más contrastado del año

2.12.3 MAPA DE DIURNALIDAD

A través de las simulaciones, en Galicia, se asocian la inercia térmica con la amplitud térmica diaria.

En base a ello, el mapa asociado al aislamiento se corresponderá el la variable climática diurnalidad.

2.12.3.1 LEYENDA DE DATOS

Z1 < 8.3 < Z2 < 10.3 < Z3 < 11.9 < Z4 < 13.28 < Z5 < 14.47 < Z6 (°C)

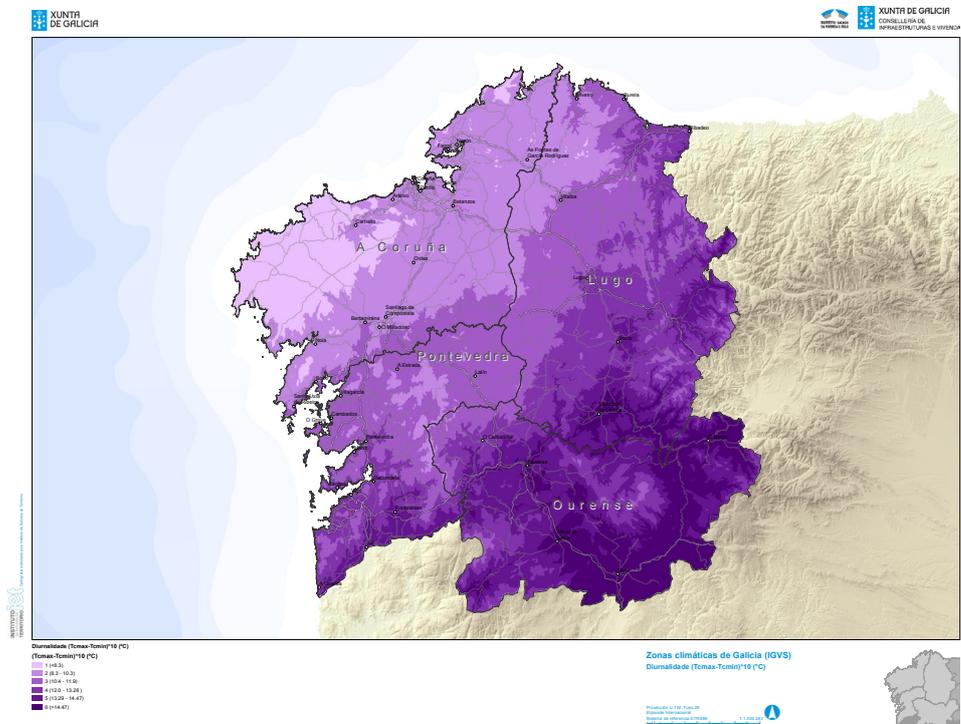
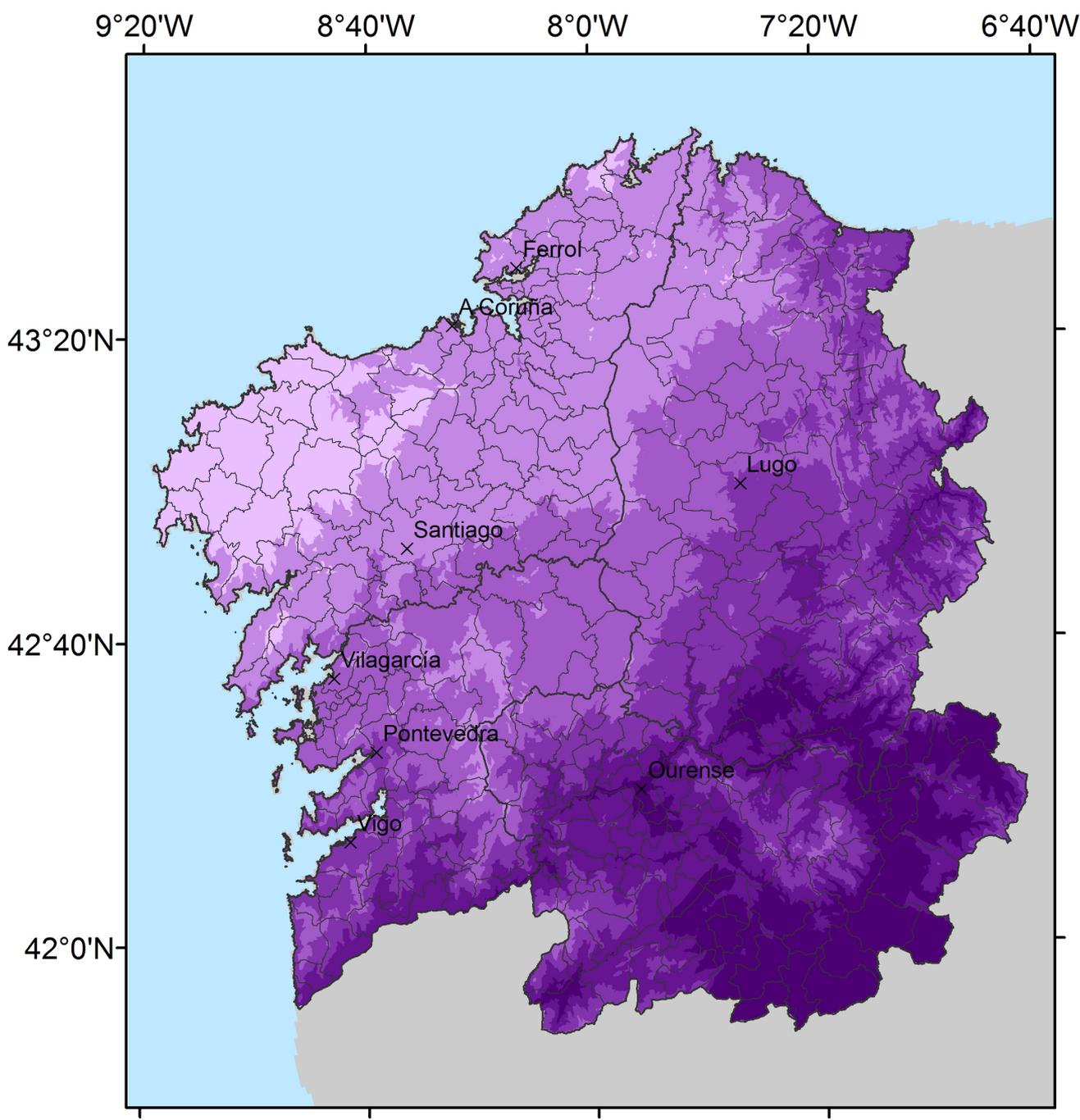


Ilustración: Captura de pantalla web de consulta interactiva.



DIURNALIDAD

- Zona 1
- Zona 2
- Zona 3
- Zona 4
- Zona 5
- Zona 6

2.12.4 RESUMEN SIMULACIÓN ESTRATEGIA INERCIA

Si se mantienen constantes todas las variables de las viviendas tipo a excepción de la inercia de la envolvente, es posible realizar una serie de simulaciones que permitan obtener una estimación global de la influencia de la inercia y su contraste con el resto de estrategias.

El análisis de las simulaciones permite estimar igualmente la influencia de la inercia en la demanda de una vivienda tipo por zona climática.

Con esos datos se podrá realizar una estimación simplificada que permita ponderar adecuadamente la puntuación final asociada a la influencia de la inercia.

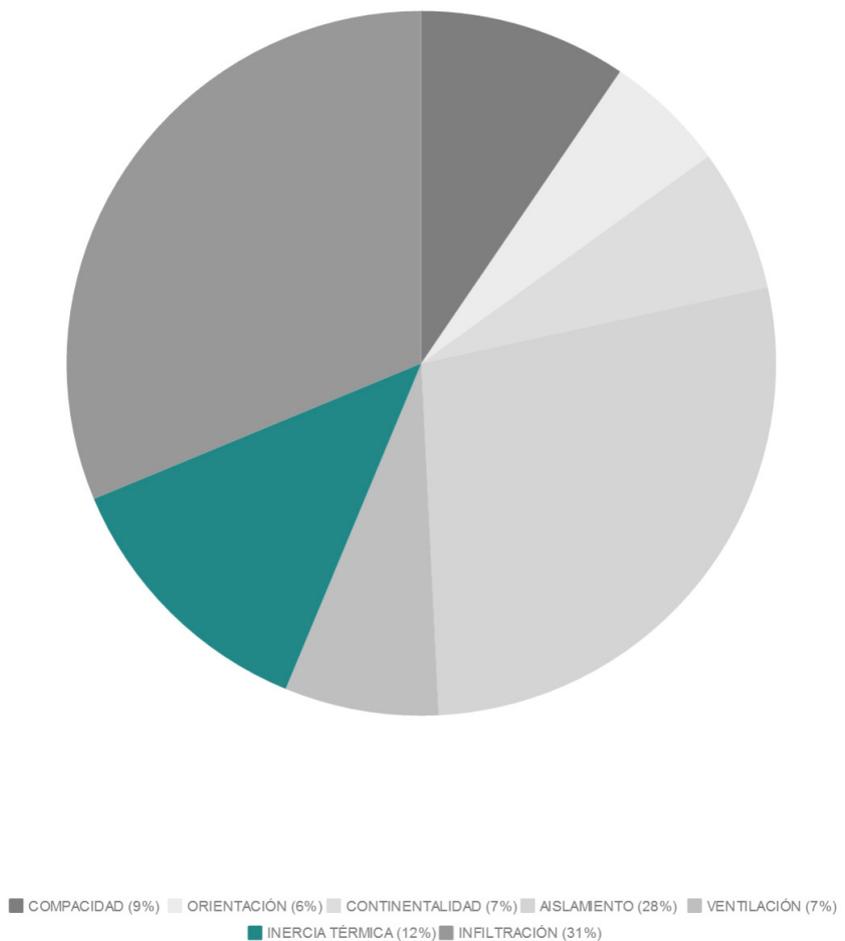


Ilustración: Resumen de las simulaciones con resalte de la influencia de la inercia térmica en la demanda.

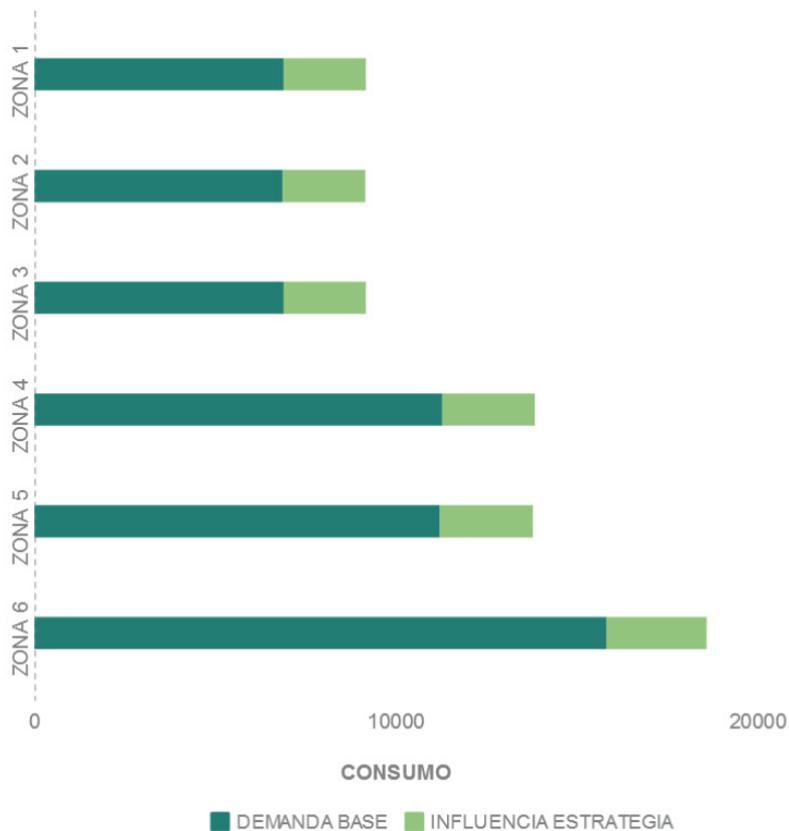
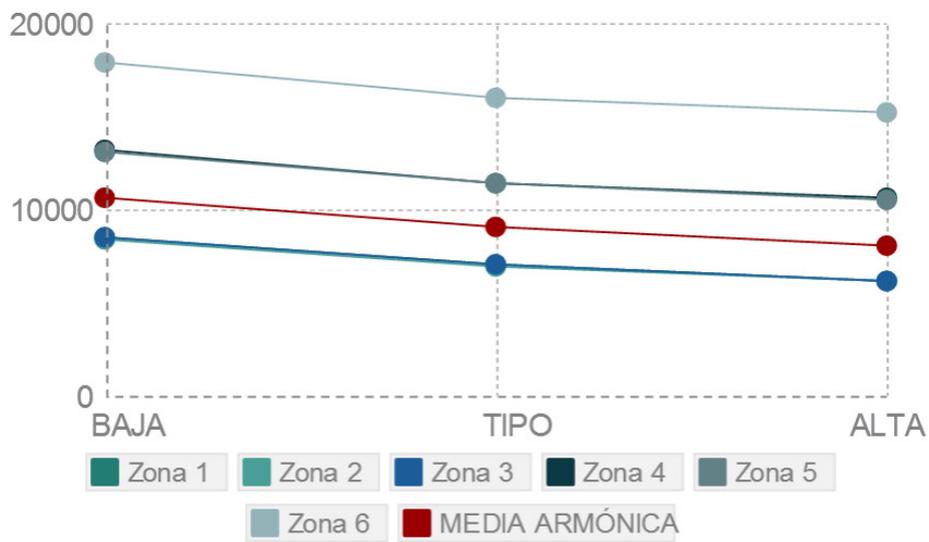


Ilustración: Representación en la parte superior del resumen de las simulaciones en donde se representa el consumo energético -eje Y- según zona climática y la inercia térmica de la envolvente -eje X- y, en la parte inferior, gráfica con la demanda base y el suplemento de consumo a peor inercia.

2.12.5 CÁLCULO INERCIA TÉRMICA

La inercia térmica tiene una vinculación directa con la acumulación de energía siendo por ello que el estudio de sus características se centra en el desfase temporal¹ y su factor de amortiguación².

En edificios de uso continuado como las viviendas, los desfases temporales superiores a 12 horas y los factores de amortiguación menores de 0,15 son resultados óptimos³, necesitando el cálculo de estos factores valores como el calor específico, masa, densidad y conductividad de cada material.

Este procedimiento, más riguroso, es demasiado complejo para el objeto de esta guía, por ello y en base a la construcción característica se podrá considerar de manera simplificada⁴ lo siguiente:

-Envolvente con inercia térmica baja es una envolvente con masa térmica baja⁵ o bien con la capa de aislamiento en el interior, vista u oculta por un material ligero.

-Envolvente con inercia térmica tipo es una envolvente convencional de doble hoja con materiales de masa térmica media⁶ u otra solución similar.

-Envolvente con alta inercia térmica es una envolvente con masa térmica elevada, con aislamiento tras una cara interior del cerramiento resuelta con un material de alta masa térmica⁷ como ladrillo macizo, materiales pétreos o similar.

La puntuación correspondiente a la inercia se obtendrá de la siguiente tabla:

	Envolvente con inercia térmica baja	Envolvente inercia térmica tipo	Envolvente con alta inercia térmica
Zona 1	0.75	1.5	2
Zona 2	0.75	1.5	2
Zona 3	0.75	1.5	2
Zona 4	0.5	1.5	2.5
Zona 5	0.5	1.5	2,5
Zona 6	0.25	1.5	3

1 Período de tiempo comprendido entre la amplitud máxima de una causa y la amplitud máxima de su efecto.

2 Cociente entre el módulo de la transmitancia térmica periódica y la transmitancia térmica en régimen estacionario.

3 Según Davide Reggiani Prestaciones óptimas son aquellas que tienen un factor de amortiguación $<0,15$ y un desfase temporal $>12h$, Prestaciones buenas son aquellas que tienen un factor de amortiguación $0,15 < f < 0,30$ y un desfase temporal $12h < h < 10h$, Prestaciones intermedias son aquellas que tienen un factor de amortiguación $0,30 < f < 0,40$ y un desfase temporal $10h < h < 8h$, Prestaciones suficientes son aquellas que tienen un factor de amortiguación $0,40 < f < 0,60$ y un desfase temporal $8h < h < 6h$ y prestaciones insuficientes son aquellas que tienen un factor de amortiguación $>0,60$ y un desfase temporal $<6h$.

4 Insistiendo en que se manejan simplificaciones se deben manejar características de calor específico, densidad y conductividad

5 Envoltente con un resultado bajo en el producto de sus valores de espesor, calor específico y densidad.

6 Envoltente con un resultado medio en el producto de sus valores de espesor, calor específico y densidad.

7 Envoltente con un resultado alto en el producto de sus valores de espesor, calor específico y densidad.



2.13 INFILTRACIÓN

2.13.1 DEFINICIÓN Y REQUISITO BÁSICO

La velocidad media del viento aproxima a la zona de estudio la posible influencia de las pérdidas por infiltración en la medida en la que aumenta la diferencia de presión entre interior y exterior.

En las zonas climáticas con elevada velocidad del viento, se considera necesario diseñar una envolvente con elementos de control que limiten la ventilación no controlada o ventilación natural por infiltración.

La hermeticidad¹ de la envolvente estará directamente relacionada con la mitigación de los efectos de este valor al reducir las infiltraciones.



¹ Sólo se podrá considerar una envolvente hermética si incorpora elementos clasificados como estancos al aire en todas las juntas del paramento y del aislamiento. (ej: cintas acrílicas, ...)

2.13.2 MAPA DE LA ZONA DE INFILTRACIÓN (VIENTO)

A través de las simulaciones, en Galicia, se asocian la infiltración con la presión del viento.

En base a ello, el mapa asociado al aislamiento se corresponderá el la variable climática viento.

2.13.2.1 LEYENDA DE DATOS.

Z1 < 4.0 < Z2 < 8.0 < Z3 < 12.0 < Z4 < 16.0 < Z5 < 20.0 < Z6 (m/s)

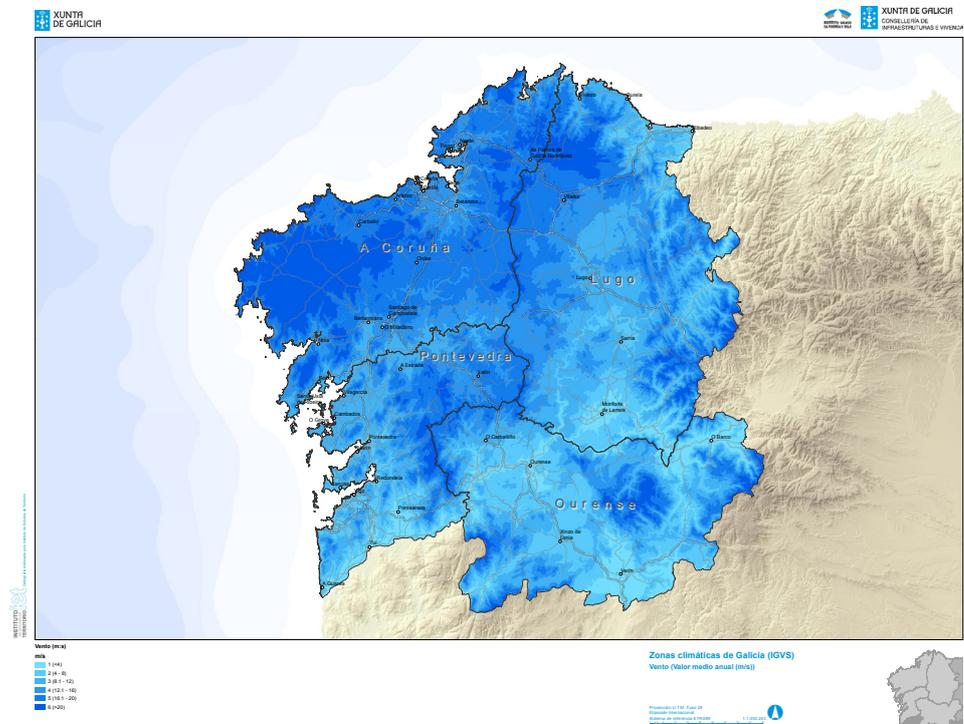
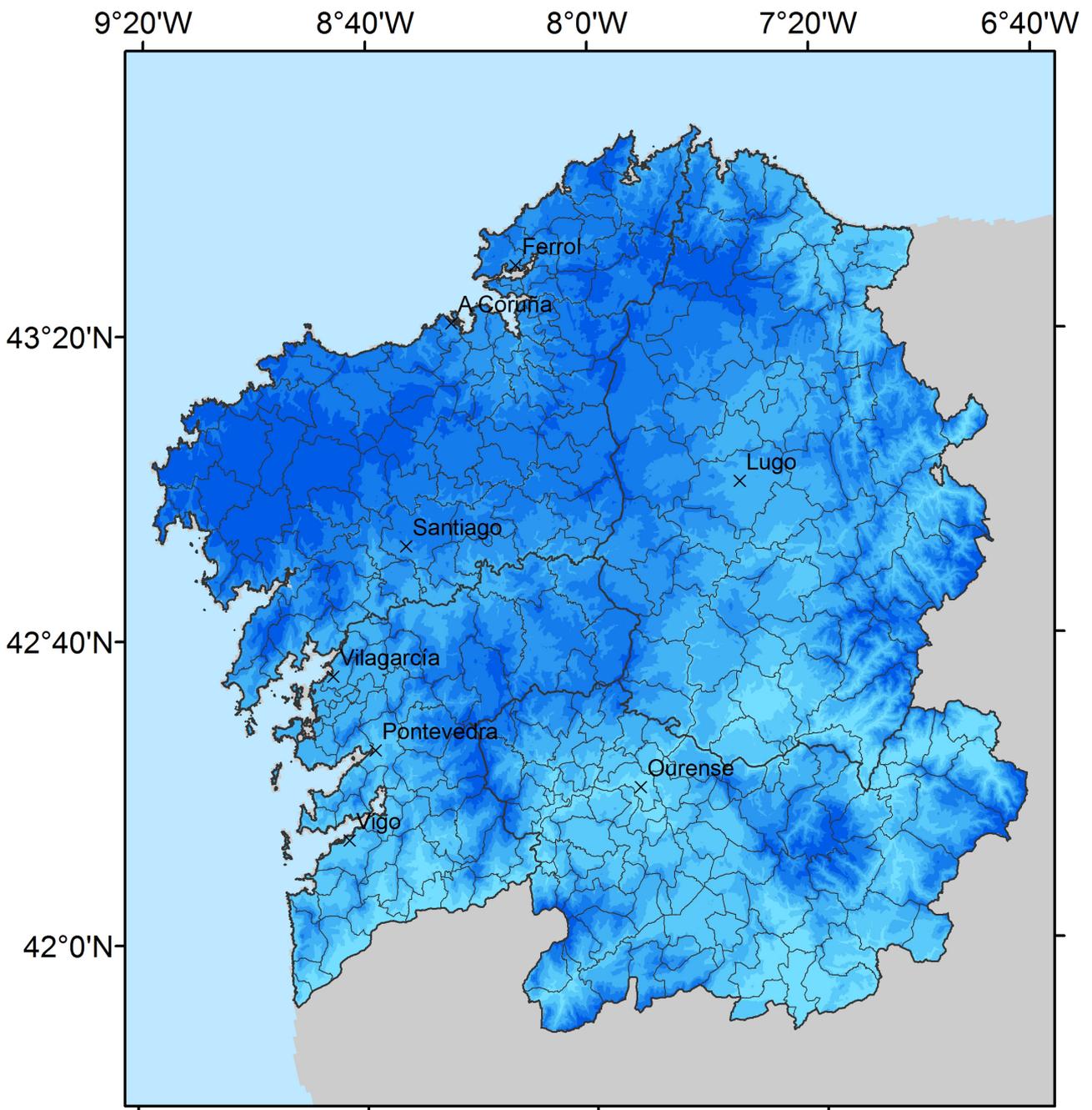


Ilustración: Captura de pantalla web de consulta interactiva.



VIENTO

- Zona 1
- Zona 2
- Zona 3
- Zona 4
- Zona 5
- Zona 6

2.13.3 RESUMEN SIMULACIÓN ESTRATEGIA INFILTRACIÓN

Si se mantienen constantes todas las variables de las viviendas tipo a excepción de la hermeticidad de la envolvente, es posible realizar una serie de simulaciones que permitan obtener una estimación global de la influencia de la infiltración y su contraste con el resto de estrategias.

El análisis de las simulaciones permite estimar igualmente la influencia de la infiltración en la demanda de una vivienda tipo por zona climática.

Con esos datos se podrá realizar una estimación simplificada que permita ponderar adecuadamente la puntuación final asociada a la influencia de la infiltración.

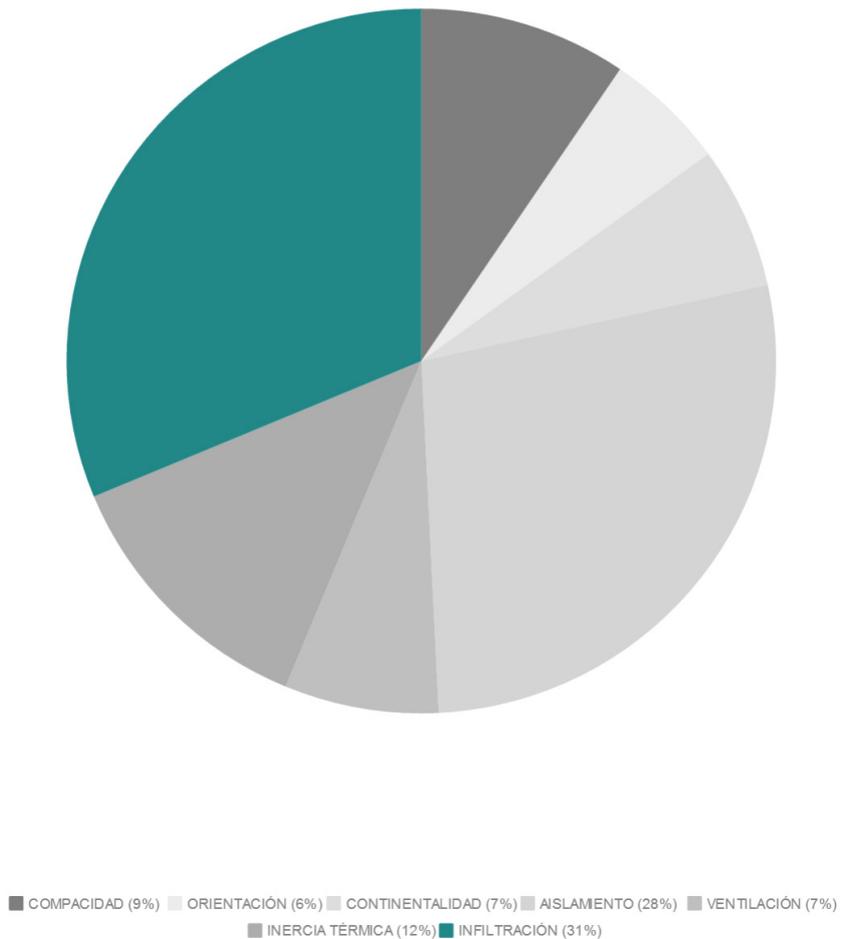


Ilustración: Resumen de las simulaciones con resalte de la influencia de la infiltración en la demanda.

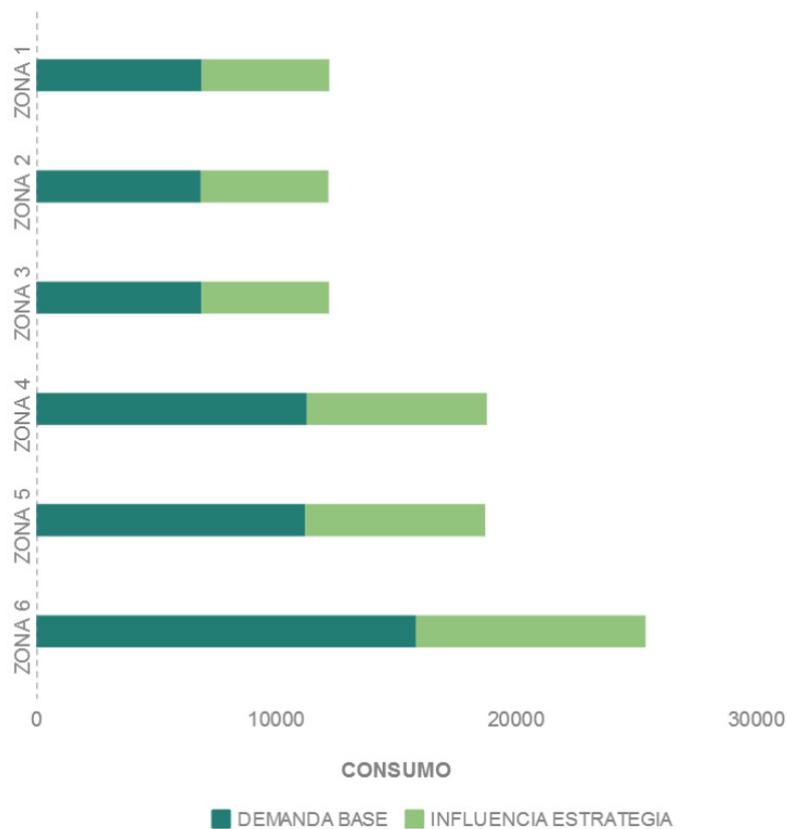
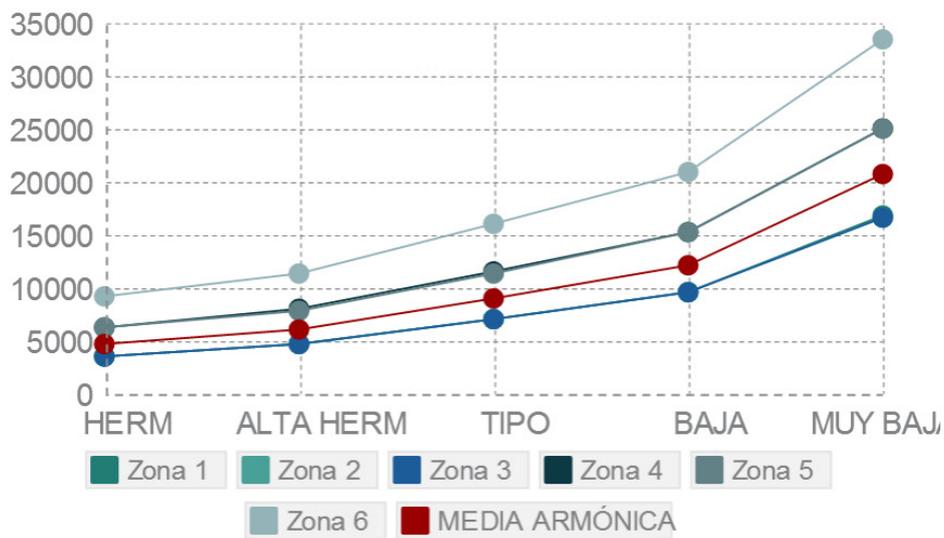


Ilustración: Representación en la parte superior del resumen de las simulaciones en donde se representa el consumo energético -eje Y- según zona climática y el grado de hermeticidad de la envolvente -eje X-, en la parte inferior gráfica con la demanda base y el suplemento de consumo a peor infiltración.

2.13.4 CÁLCULO INFILTRACIÓN

La infiltración se relaciona con la hermeticidad¹ resultando la estrategia más importante en términos cuantitativos en un gran número de simulaciones.

La hermeticidad se vincula en esta guía principalmente a dos factores: las infiltraciones por carpinterías y las infiltraciones debidas a la estanqueidad al aire de los propios materiales² y encuentros.

En relación a las descripciones, la hermeticidad tipo estaría asociada a los valores mínimos de permeabilidad al aire para la parte ciega y para los huecos de la envolvente térmica que ya son de obligado cumplimiento³ (carpinterías tipo 1 y 2), la hermeticidad mejorada se asociará al uso de carpinterías Tipo 3⁴ o Tipo 4⁵ y la alta hermeticidad se asociará al uso de carpinterías Tipo 4 y al cierre estanco, al menos de las juntas del aislamiento⁶ y de los pasos de instalaciones⁷ por la envolvente utilizando láminas barreras de viento, cintas reconocidas como estancas al paso del aire o una solución equivalente.

La puntuación correspondiente a la infiltración se obtendrá de la siguiente tabla:

	Envolvente con hermeticidad tipo	Envolvente con hermeticidad mejorada	Envolvente con alta hermeticidad
Zona 1	2	3	4
Zona 2	2	3	4
Zona 3	2	3	5
Zona 4	1.5	3	5
Zona 5	1.5	3	6
Zona 6	1.5	3	6

1 Que se cierra de tal modo que no deja pasar el aire u otros fluidos, y considerado en ocasiones análogo a la permeabilidad (...que puede ser penetrado o traspasado por el agua u otro fluido.)

2 La norma UNE-EN-12114:2000 define la hermeticidad al aire de los materiales de construcción.

3 DB-H1 del CTE. Tabla 2.3. en donde se aclara que la permeabilidad de las carpinterías se mide con una sobrepresión de 100 Pa, y sus valores son más exigentes en zonas climática de invierno C, D y E ($\leq 27 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$) siendo las de las zonas A y B ($\leq 50 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$).

Estos valores equivalen a unos valores de Permeabilidad al aire según la UNE-EN 12207:2000 y caudal del aire en función de su superficie: de Clase 2 (Permeabilidad al aire a 100 Pa (46 km/h) ($\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$) $\leq 27 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ y Presión máxima de ensayo Pa (km/h) de 300 (80 km/h) y Clase 1 (Permeabilidad al aire a 100 Pa (46 km/h) ($\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$) $\leq 50 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ y Presión máxima de ensayo Pa (km/h) de 150 (56 km/h)) respectivamente.

4 Caudal del aire en función de su superficie: Permeabilidad al aire a 100 Pa (46 km/h) ($\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$) $\leq 9 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ y Presión máxima de ensayo Pa (km/h) de 150 (56 km/h)

5 Caudal del aire en función de su superficie: Permeabilidad al aire a 100 Pa (46 km/h) ($\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$) $\leq 3 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ y Presión máxima de ensayo Pa (km/h) de 150 (56 km/h)

6 Ensayo del Institut für Bauphysik de Stuttgart (1989) ha comprobado que con 1mm de separación entre aislamiento el U del cerramiento pasa de un valor de 0,3 W/m²K a un valor de 1,44 W/m²K

7 Ejemplo: chimeneas, el encuentro entre hueco y carpintería, etc.



2.14 CÁLCULO FINAL ESTRATEGIAS PASIVAS

<u>ESTRATEGIA</u>	<u>VALORACIÓN</u>
<u>COMPACIDAD</u>	
	+
ORIENTACIÓN	
	+
<u>CONTINENTALIDAD</u>	
	+
<u>AISLAMIENTO</u>	
	+
VENTILACIÓN	
	+
INERCI	
	+
INFILTRACIÓN	
	=
SUMA TOTAL	

2.14.1 PUNTUACIÓN MÍNIMA ESTRATEGIAS PASIVAS

Según el método esquematizado se deberá superar, con la suma de las puntuaciones parciales, el valor global que figura en la presente tabla.

Tipo de edificación	Puntuación global mínima (P)
Vivienda unifamiliar y vivienda colectiva bajo cubierta	15 pts
Vivienda colectiva (excepto bajo cubierta)	10 pts



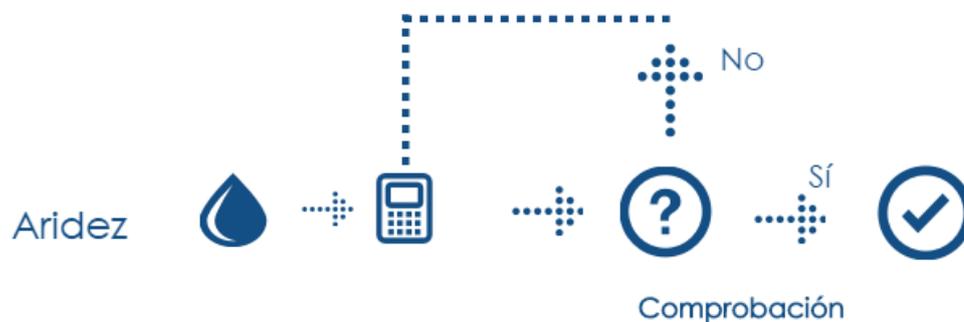


3. AHORRO DE AGUA

3.1 DEFINICIÓN Y REQUISITO BÁSICO

En esta guía se adjunta un apartado específico destinado al ahorro de agua. En él se relaciona la necesidad de un sistema de recuperación o aprovechamiento de agua para aquellas zonas que tienen un índice de aridez elevado.

A tal efecto se establece una metodología que relacionará ubicación, índice de aridez y necesidades de agua según el esquema adjunto.



En aquellas zonas en las que exista un clima mediterráneo¹ en el que es previsible tener más de dos meses de sequía, se aconseja instalar un aljibe de agua que recoja el agua de la lluvia o del drenaje y que sea lo suficientemente grande como para permitir el riego de las zonas verdes en el periodo de sequía o para su uso en las cisternas de los sanitarios durante todo el año.

Si en la propuesta no existen jardines u otros elementos que demanden una cantidad de agua similar, este consejo puede obviarse.

¹ Según la clasificación de Rivas Martínez

3.2 CÁLCULO DEL ÍNDICE DE ARIDEZ ESTIVAL

El índice de aridez cuantifica la necesidad de agua en un territorio y aplicado a Galicia nos permitirá discretizar las zonas susceptibles de sufrir sequías estivales.

Este índice de aridez se calcula mediante esta fórmula:

Iar : índice de aridez (PE/P)

Donde:

PE: índice de transpiración potencial anual de Thornthwaite

P: precipitación media anual en milímetros o en litros por metro cuadrado



3.2.1 MAPA ZONA ARIDEZ ESTIVAL

Las zonas de Galicia no comparten comportamientos climáticos idénticos. Incluso si comparten valores en un gran número de variables climáticas, podrían diferir en gran medida en el resto.

Por ello no parece efectivo utilizar una única característica del medio para tomar decisiones comunes a todas las estrategias y territorio.

De acuerdo con lo anterior y atendiendo a aquella característica del clima que puede influir en mayor medida en la estrategia de aplicación, se realizará un plano específico en una escala de 6 valores con las distintas zonas de aplicación.

Este plano, con consulta y descarga "online", se representará en la herramienta especificada en el anexo final.

3.2.1.1 Fuente origen de los datos

Datos climáticos de 160 estaciones, Fuente: Meteogalicia Fecha: 26.04.2014

3.2.1.2 Modelo digital del terreno

MDT-200 , Fuente: obtenidos del Instituto Geográfico Nacional.

Fecha: 30.03.2014.

3.2.1.3 Base cartográfica

BCN200 Fuente: obtenidos del Instituto Geográfico Nacional.

Fecha: 30.03.2014.

3.2.1.4 Descripción del proceso de creación del mapa

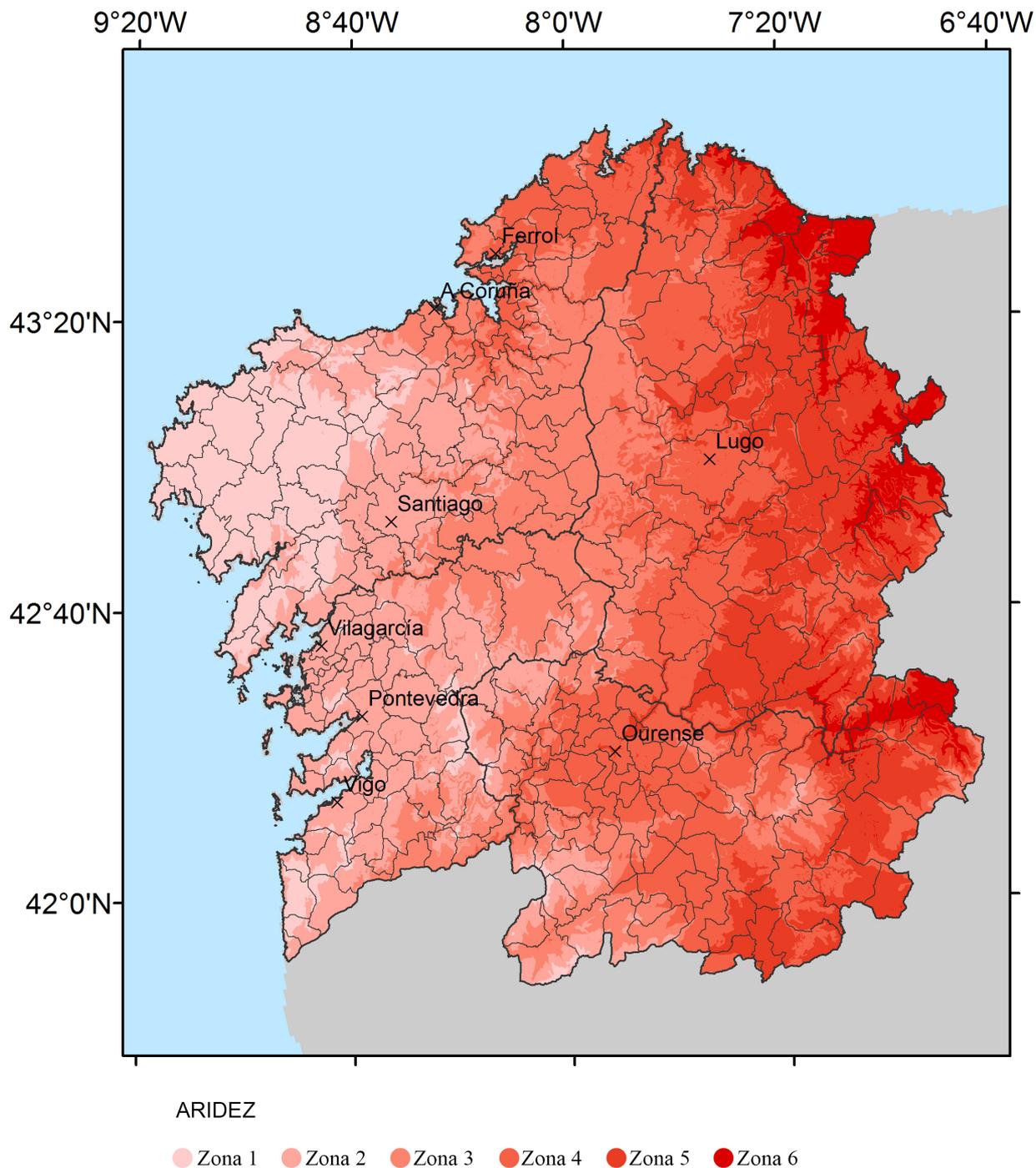
Se analizan los datos climáticos de 160 estaciones para establecer sus valores medios en la variable aridez estival.

Se halla la correlación de la variable con parámetros geográficos (altitud, longitud y latitud).

Se clasifican los datos en cada capa para obtener 6 zonas según cada variable. La división se realiza mediante intervalos naturales. Se juntan las 7 capas en una sola, en formato vectorial, donde la zonificación según cada variable está recogida en la tabla de atributos.

3.2.1.5 LEYENDA DE DATOS. (PEs/Ps)

$Z1 < 0.77 < Z2 < 0.83 < Z3 < 0.88 < Z4 < 0.94 < Z5 < 1.00 < Z6$



3.3 TABLA CÁLCULO ARIDEZ

En el caso de no ser necesario el cumplimiento de este requisito la puntuación será de 2 puntos.

En caso contrario, se contrastará la necesidad de agua para riego de zonas verdes¹ en el periodo de sequía o para su uso en las cisternas de los sanitarios durante todo el año.

En base a ese dimensionado, la puntuación (Par) se obtendrá en la siguiente tabla

Zona	Coficiente zona (par _i)	A= Agua reutilizada (l)	B= Necesidad agua (l)	$Par = \left(\frac{B}{A}\right) * par_i$
1	1			
2	1			
3	1			
4	1			
5	2			
6	2			

¹ Se podrá considerar 4l por m² de césped y día al que añadiremos 10l por día y árbol. Para ello se ha considerado una evaporación potencial (ETP) de 3,5, una eficiencia de riego aproximado del 90% y un coeficiente de cultivo (Kc) de 1 (césped).



página intencionadamente en blanco





4. REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES

4.1 INTRODUCCIÓN

Incluso adoptando las estrategias pasivas descritas anteriormente, es previsible la necesidad de instalaciones de acondicionamiento térmico, agua caliente sanitaria (ACS), refrigeración o ventilación en las viviendas.

Aplicar los criterios de la diseño pasivo de la guía permitirá que la demanda sea sensiblemente inferior a la de las edificaciones convencionales, pero esto no impide que se busque igualmente el mejor de los rendimientos posibles en las instalaciones que sea necesario implementar. Obtendremos de esta manera un consumo reducido sobre una demanda previamente acotada.

Para definir los coeficientes asociados a cada sistema, se ha considerado oportuno profundizar en el reparto tipo de energía final y primaria pues es habitual referirse a la limitación de energía en términos de energía primaria y no final. De esta manera se podrá obtener un mejor establecimiento de criterios.

Esta conversión de energía final a primaria debe apoyarse en documentos oficiales permanentemente actualizados, algo que no siempre es posible. Sin embargo es razonable pensar que el procedimiento simplificado descrito en el presente documento se podría considerar válido mientras la producción de energía del país no cambie de manera significativa.

En la búsqueda de una mayor sencillez en los gráficos, se representarán los resultados de las simulaciones correspondientes a un único tipo edificatorio y una única zona climática. Ambos característicos.

Se adjunta un gráfico con la caracterización media del consumo tipo residencial en Galicia¹.



Consumo Energético del Sector Residencial en el Atlántico Norte

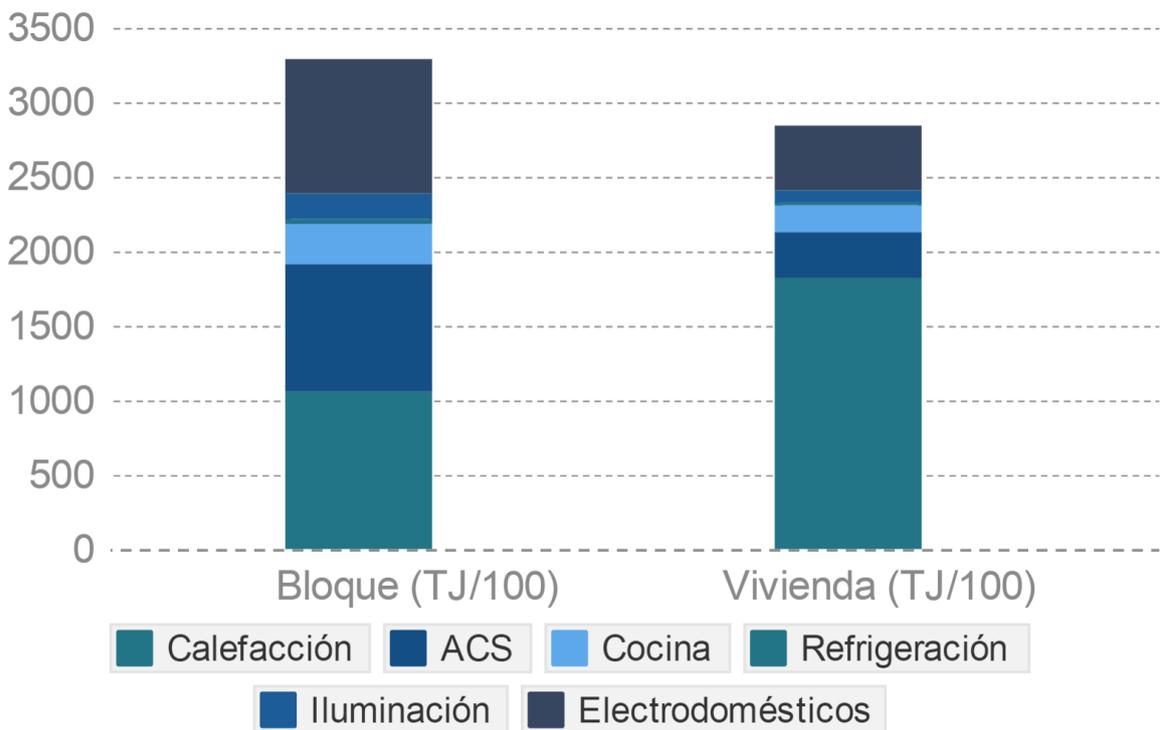


Ilustración: Consumo energético del sector residencial en el Atlántico norte.

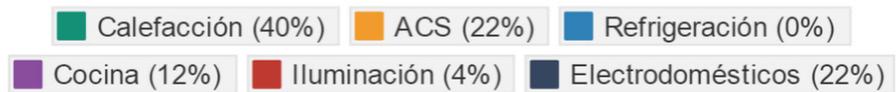
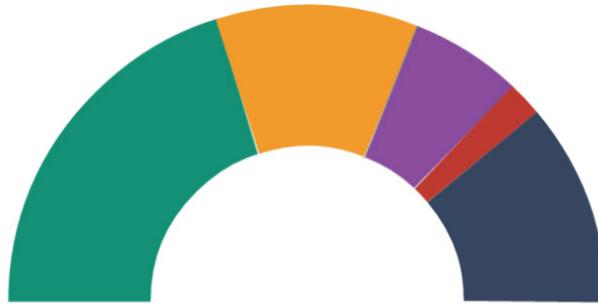
4.1.1 CONSUMO LÍMITE Y REQUISITOS BÁSICOS

En base a las estimaciones de consumo analizadas, el consumo teórico de energía primaria anual de una vivienda, incluyendo calefacción, refrigeración, ACS, cocina y electrodomésticos, no debería superar os 125 Kwh/m2a.

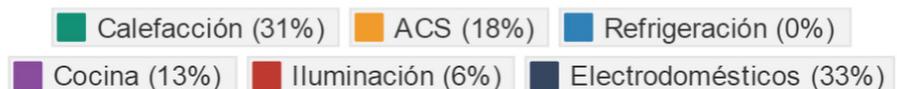
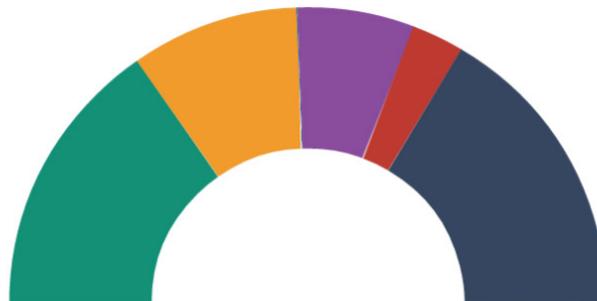
Atendiendo al reparto de energía tipo del sector Noroeste y para los casos en los que sólo se disponga de estimaciones de consumo final, se acepta la siguiente fórmula simplificada:

$$\text{Consumo primario} = \text{consumo final} * 1,5$$

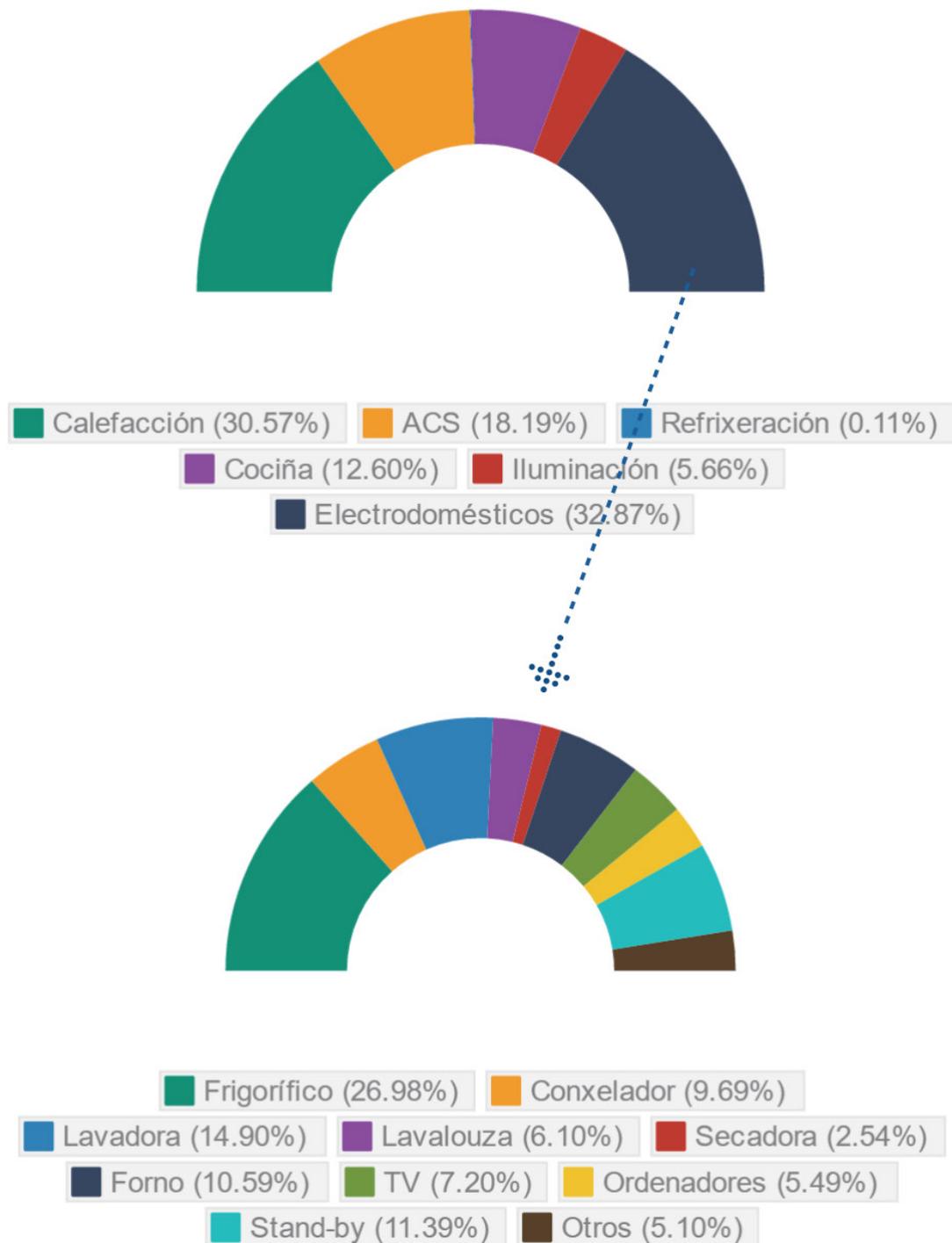
ENERGÍA FINAL



ENERGÍA PRIMARIA



Reparto enerxía primaria e subtipo "electrodomésticos" (Kwh/m2a)



4.2 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

La metodología simplificada -esquemática en el gráfico adjunto- analiza las características globales de Calefacción, Refrigeración, ACS y Ventilación, las cuantifica y las evalúa por comparación con una puntuación considerada mínima.

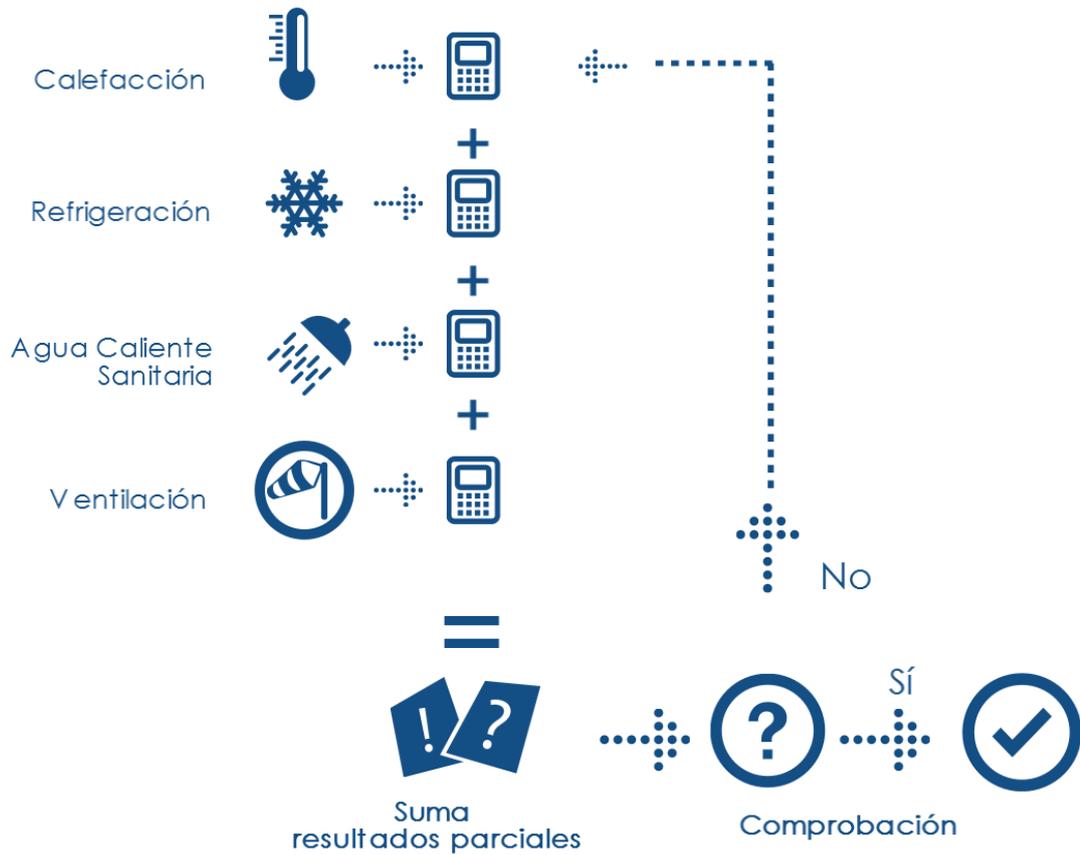
En base a esta metodología se analizará Calefacción, Refrigeración Agua Caliente Sanitaria y Ventilación obteniendo una serie de valores a sumar en los que se incorporan aspectos cuantitativos (rendimiento, contaminación, superficie) y cualitativos (percepción, preceptación, ...)

Para ello se han considerado aspectos objetivos y aspectos subjetivos, medidos a través de bibliografía de referencia¹ que en el caso de los aspectos subjetivos generalmente analiza la percepción de los usuarios a través de la estadística.



¹ Básicamente Listado en base al documento "Prestaciones medias estacionales de equipos y sistemas de producción de frío y calor en edificios de viviendas." Del MINETUR, : PROYECTO SECH-SPAHOUSEC Análisis del consumo energético del sector residencial en España INFORME FINAL. IDAE Secretaría General Departamento de Planificación y Estudios 16 de julio de 2011 y a la "Guide bâtiment durable". Bruxelles environnement, 2014 y Listado en base al documento "Prestaciones medias estacionales de equipos y sistemas de producción de frío y calor en edificios de viviendas." Del MINETUR, : PROYECTO SECH-SPAHOUSEC Análisis del consumo energético del sector residencial en España INFORME FINAL. IDAE Secretaría General Departamento de Planificación y Estudios 16 de julio de 2011 y a la "Guide bâtiment durable". Bruxelles environnement, 2014 | Datos tabla de Estudio T-NZEB. Transformación de edificios existentes hacia edificios de consumo casi nulo. Agosto 2014. CENER | PRESTACIONES MEDIAS ESTACIONALES DE LAS BOMBAS DE CALOR PARA PRODUCCIÓN DE CALOR EN EDIFICIOS. IDAE. Madrid. Febrero de 2014 | Documento reconocido__ Prestaciones medias estacionales de equipos y sistemas de producción de frío y calor en edificios de viviendas. Valores sin ponderar: 0.97, 1.00, 1.08, 0.74, 0.95

METODOLOGÍA DISEÑO INSTALACIONES





oventrop

1 2 3 4

4.3 INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

Las instalaciones asociadas a la calefacción se evalúan desde aspectos como el acceso a la fuente de energía, los medioambientales, operativos y los propios emisores.

En los criterios mediambientales se valora el rendimiento, las emisiones de CO₂ y otros contaminantes. En los criterios operativos se estudian cuestiones discrecionales como la importancia estimada del consumo de espacio, el acceso a la fuente de energía y la fluctuación de precio o cuestiones aparentemente subjetivas como aquellas que afectan a la percepción y preceptación de los usuarios.

Del análisis de la bibliografía de referencia¹ se obtienen una serie de puntuaciones asociadas a los principales sistemas. En ausencia de algún sistema específico, el técnico puede asimilarlo por aproximación a alguno de los que sí se incorporan.



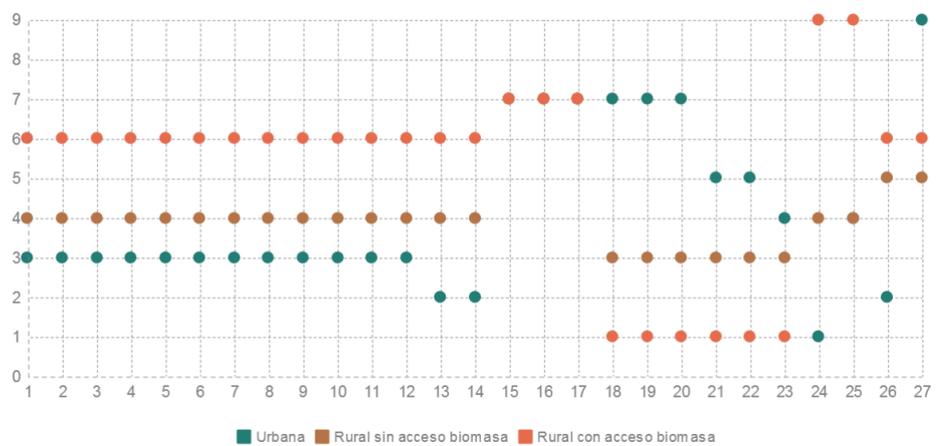
Ilustración: metodología de cálculo de la puntuación asociada a la calefacción

¹ Básicamente los documentos "Prestaciones medias estacionales de equipos y sistemas de producción de frío y calor en edificios de viviendas." Del MINETUR, : PROYECTO SECH-SPAHOUSEC Análisis del consumo energético del sector residencial en España INFORME FINAL. IDAE Secretaría General Departamento de Planificación y Estudios 16 de julio de 2011 y a la "Guide bâtiment durable". Bruxelles environnement, 2014 | Datos tabla de Estudio T-NZEB. Transformación de edificios existentes hacia edificios de consumo casi nulo. Agosto 2014. CENER | PRESTACIONES MEDIAS ESTACIONALES DE LAS BOMBAS DE CALOR PARA PRODUCCIÓN DE CALOR EN EDIFICIOS. IDAE. Madrid. Febrero de 2014 | Documento reconocido__ Prestaciones medias estacionales de equipos y sistemas de producción de frío y calor en edificios de viviendas. Valores sin ponderar: 0.97, 1.00, 1.08, 0.74, 0.95

4.3.1 ACCESO A LA FUENTE ENERGÍA

En la ilustración adjunta, se incorpora un resumen gráfico de los valores utilizados para obtener la puntuación del acceso a la fuente de energía de los principales sistemas de calefacción.

En el supuesto en el que el sistema utilizado no figure en la lista, se utilizará el sistema más parecido. No se deben considerar sistemas válidos aquellos cuyas fuentes de energía no existan en la ubicación de la edificación.



Leyenda

CATEGORÍA	SUB-CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO
BOMBA DE CALOR	GEOTÉRMICA	INTERCAMBIADOR VERTICAL	Tª de distribución 35°C 01
			Tª de distribución 40°C 02
			Tª de distribución 45°C 03
			Tª de distribución 50°C 04
			Tª de distribución 55°C 05
	AEROTÉRMICA	INTERCAMBIADOR HORIZONTAL	Tª de distribución 35°C 06
			Tª de distribución 40°C 07
			Tª de distribución 45°C 08
			Tª de distribución 50°C 09
			Tª de distribución 55°C 10
HIDROTÉRMICA	EQUIPOS CENTRALIZADOS	11	
	EQUIPOS INDIVIDUALES TIPO SPLIT	12	
CALDERA DE COMBUSTIÓN	DERIVADOS PETROLEO	Estandar	15
		Baja temperatura	16
		Condensación	17
	GAS NATURAL	Estandar	18
		Baja temperatura	19
		Condensación	20
	BIOMASA	Pellets	21
		Briquetas	22
		Carbón vegetal	23
		Leña	24
Otra biomasa sólida		25	
SOLAR	ACUMULADOR SOLAR	26	
EFFECTO JOULE	RESISTENCIA ELÉCTRICA	27	

4.3.1.1 PUNTUACIÓN DEL ACCESO A LA FUENTE DE ENERGÍA

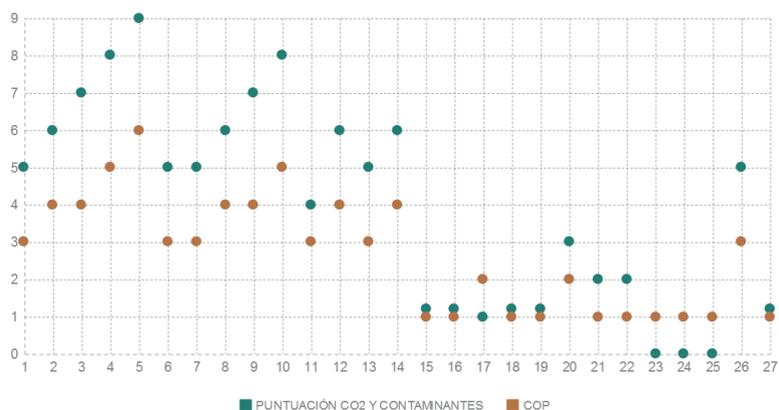
Para obtener la puntuación del rendimiento y aspectos medioambientales de una instalación, bastará con obtener el valor indicado en la tabla adjunta.

			URBANA	RURAL SIN ACCESO A BIOMASA	RURAL CON ACCESO A BIOMASA	
Bomba de calor	Geotérmica	Intercambiador vertical	Tº de distribución: 35ºC	3	4	6
			Tº de distribución: 40ºC	3	4	6
			Tº de distribución: 45ºC	3	4	6
			Tº de distribución: 50ºC	3	4	6
			Tº de distribución: 55ºC	3	4	6
		Intercambiador horizontal	Tº de distribución: 35ºC	3	4	6
			Tº de distribución: 40ºC	3	4	6
			Tº de distribución: 45ºC	3	4	6
			Tº de distribución: 50ºC	3	4	6
			Tº de distribución: 55ºC	3	4	6
	Aerotérmica	Equipos centralizados		3	4	6
		Equipos individuales tipo split		3	4	6
	Hidrotérmica	Equipos centralizados		1	4	6
		Equipos individuales tipo split		1	4	6
Caldera Combustión	Derivados petroleo	Estándar	7	5	5	
		Baja temperatura	7	5	5	
		Condensación	7	5	5	
	Gas natural	Estándar	7	3	1	
		Baja temperatura	7	3	1	
		Condensación	7	3	1	
	Biomasa	Pellets	5	5	5	
		Briquetas	5	5	5	
		Carbón vegetal	4	4	4	
		Leña	1	3	7	
	Otra biomasa sólida	1	3	7		
Solar	Acumulador solar		3	6	8	
Efecto Joule	Resistencia eléctrica		9	9	9	

4.3.2 ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES

En la ilustración adjunta, se incorpora un resumen gráfico de los valores utilizados para las puntuaciones de los aspectos medioambientales¹ de los principales sistemas de calefacción incorporando como dato de interés el rendimiento estimado de las instalaciones².

A menor puntuación, peor comportamiento medioambiental.



Leyenda

			CÓDIGO	
BOMBA DE CALOR	GEOTÉRMICA	INTERCAMBIADOR VERTICAL	Tª de distribución 35°C	01
			Tª de distribución 40°C	02
			Tª de distribución 45°C	03
			Tª de distribución 50°C	04
			Tª de distribución 55°C	05
	INTERCAMBIADOR HORIZONTAL	Tª de distribución 35°C	06	
		Tª de distribución 40°C	07	
		Tª de distribución 45°C	08	
		Tª de distribución 50°C	09	
		Tª de distribución 55°C	10	
AEROTÉRMICA	EQUIPOS CENTRALIZADOS	11		
	EQUIPOS INDIVIDUALES TIPO SPLIT	12		
HIDROTÉRMICA	EQUIPOS CENTRALIZADOS	13		
	EQUIPOS INDIVIDUALES TIPO SPLIT	14		
CALDERA DE COMBUSTIÓN	DERIVADOS PETROLEO	Estandar	15	
		Baja temperatura	16	
		Condensación	17	
	GAS NATURAL	Estandar	18	
		Baja temperatura	19	
		Condensación	20	
	BIOMASA	Pellets	21	
		Briquetas	22	
		Carbón vegetal	23	
		Leña	24	
		Otra biomasa sólida	25	
SOLAR	ACUMULADOR SOLAR	26		
EFFECTO JOULE	RESISTENCIA ELÉCTRICA	27		

¹ Datos obtenidos principalmente de la publicación PROPUESTA DE DOCUMENTO RECONOCIDO FACTORES DE EMISIÓN DE CO2 Y COEFICIENTES DE PASO A ENERGÍA PRIMARIA DE DE DIFERENTES FUENTES DE ENERGÍA FINAL CONSUMIDAS EN EL SECTOR EDIFICIOS EN ESPAÑA VERSIÓN 03/03/2014 , Condiciones de aceptación de procedimientos alternativos a LIDER y CALENER. Anexo VI. IDAE Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Mayo 2009 y GUIDE PRATIQUE POUR LA CONSTRUCTION ET LA RENOVATION DURABLES DE PETITS BATIMENTS, Bruxelles Environnement. L'administration de l'environnement et de l'énergie de la Région de Bruxelles-Capitale. enero 2014.

² A mayor rendimiento, menor contaminación se generará para cubrir la misma demanda. Los datos del denominado "COP" o "coeficiente de rendimiento" estacional y nominal se han tomado de tablas comerciales en donde el COP nominal de las bombas de calor debe transformarse en estacional según la fórmula $SPF = COP_{nominal} \times FP \times FC$, siendo FP el factor de ponderación por zona climática (tabla 4.1) y FC es el factor de corrección por temperatura de distribución (tabla 4.2). Fórmula y tablas obtenidas de "Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor para producción de calor en edificios"(p.12) Para los cálculos de la tabla 4.1, se toma la opción de zona climática C ya que es la que tienen en común tres de las cuatro provincias gallegas (A Coruña, Ourense y Pontevedra). Para los cálculos de la tabla 4.2 se toma la opción de Tº de condensación de 55°C Para calcular el factor de ponderación del resto de instalaciones usamos la tabla 1.1 aplicada a los COP nominales de las casas comerciales analizadas del "Documento Reconocido Minetur "Prestaciones medias estacionales de equipos y sistemas de producción de frío y calor en edificios de viviendas" (p.7)

4.3.2.1 PUNTUACIÓN DE LOS ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES

Para obtener la puntuación de los aspectos medioambientales de una instalación, ponderados con el rendimiento estimado, bastará con obtener el valor obtenido en la tabla adjunta.

Aunque la coexistencia de varios sistemas no es lo habitual en una vivienda tipo, parece razonable establecer un método que permita una valoración ponderada para ese supuesto en el que existe más de un sistema.

Para ello se tendrá en cuenta la nota parcial de cada sistema y el porcentaje de demanda que cubre ese sistema. En el caso en el que existan varias instalaciones en la misma edificación, la tabla permite obtener una media ponderada.

En el supuesto en el que no se utilice un emisor de los listados, se asimilará al equivalente.

			% DEMANDA CUBIERTA (base 100)	PUNTUACIÓN	% demanda X puntuación	
Bomba de calor	Geotérmica	Intercambiador vertical	Tº de distribución: 35ºC		5	
			Tº de distribución: 40ºC		6	
			Tº de distribución: 45ºC		7	
			Tº de distribución: 50ºC		8	
			Tº de distribución: 55ºC		9	
		Intercambiador horizontal	Tº de distribución: 35ºC		5	
			Tº de distribución: 40ºC		5	
			Tº de distribución: 45ºC		6	
			Tº de distribución: 50ºC		7	
			Tº de distribución: 55ºC		8	
	Aerotérmica	Equipos centralizados			4	
		Equipos individuales tipo split			6	
Hidrotérmica	Equipos centralizados			5		
	Equipos individuales tipo split			6		
Caldera Combustión	Derivados petróleo	Estándar			1	
		Baja temperatura			1	
		Condensación			2	
	Gas natural	Estándar			1	
		Baja temperatura			1	
		Condensación			3	
	Biomasa	Pellets			2	
		Briquetas			2	
		Carbón vegetal			1	
		Leña			1	
Otra biomasa sólida			1			
Solar	Acumulador solar			6		
Efecto Joule	Resistencia eléctrica			2		
			Σ Sum = 100			

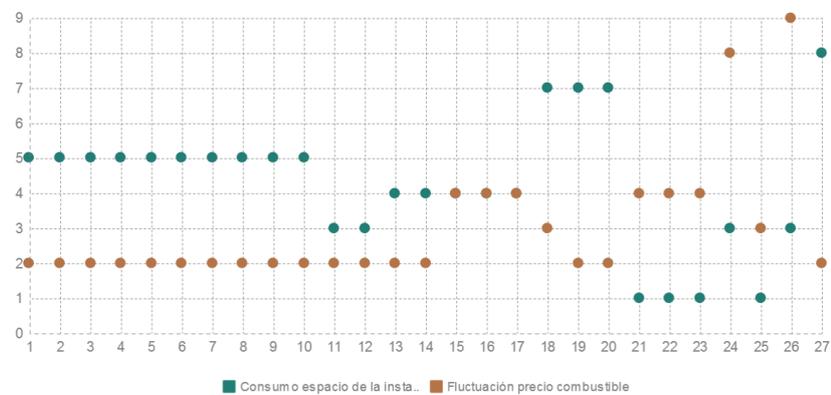
$$\Sigma \% \text{demanda} * \text{puntuación} = \boxed{}$$

$$\text{PUNTUACIÓN} = (\Sigma \% \text{demanda} * \text{puntuación}) / 100 = \boxed{}$$

4.3.3 ASPECTOS OPERATIVOS

Denominaremos aspectos operativos a aquellas variables que cuantifican cuestiones discrecionales como la importancia del consumo de espacio, la importancia de la fluctuación del precio o similar.

En estas cuestiones aparentemente subjetivas se ha optado por aportar una cuantificación basada en la experiencia del IGVS y en aquella bibliografía de referencia que sí incorpora estos análisis, generalmente a través de estudios estadísticos. Podríamos considerar entonces que los valores serán válidos para las viviendas tipo, aceptando valoraciones razonadas que puedan justificar otra puntuación.



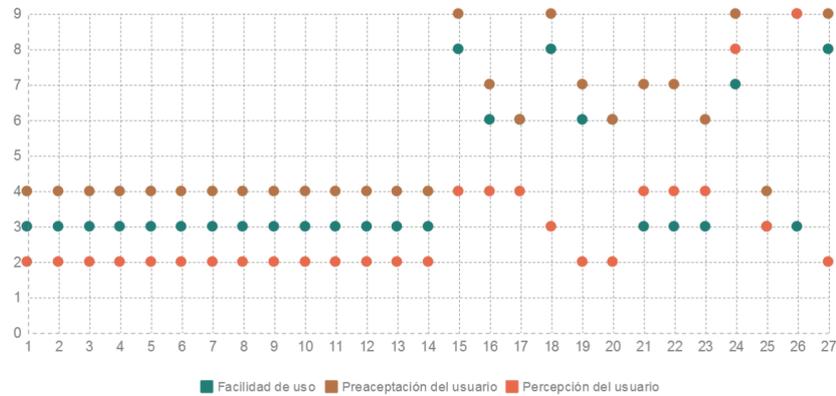
Leyenda

		CÓDIGO	
BOMBA DE CALOR	GEOTÉRMICA	Tª de distribución 35°C	01
		Tª de distribución 40°C	02
		Tª de distribución 45°C	03
		Tª de distribución 50°C	04
		Tª de distribución 55°C	05
	AEROTÉRMICA	Tª de distribución 35°C	06
		Tª de distribución 40°C	07
		Tª de distribución 45°C	08
		Tª de distribución 50°C	09
		Tª de distribución 55°C	10
HIDROTÉRMICA	EQUIPOS CENTRALIZADOS	11	
	EQUIPOS INDIVIDUALES TIPO SPLIT	12	
	EQUIPOS CENTRALIZADOS	13	
	EQUIPOS INDIVIDUALES TIPO SPLIT	14	
CALDERA DE COMBUSTIÓN	DERIVADOS PETROLEO	Estandar	15
		Baja temperatura	16
		Condensación	17
	GAS NATURAL	Estandar	18
		Baja temperatura	19
		Condensación	20
	BIOMASA	Pellets	21
		Briquetas	22
		Carbón vegetal	23
		Leña	24
		Otra biomasa sólida	25
SOLAR	ACUMULADOR SOLAR	26	
EFEECTO JOULE	RESISTENCIA ELÉCTRICA	27	

Ilustración: puntuaciones asociadas a consumo de espacio y fluctuación del precio de los principales sistemas de calefacción

En los gráficos adjuntos se incorporan las puntuaciones asociadas a consumo de espacio y fluctuación del precio de los principales sistemas de calefacción y de aquellos aspectos relativos al usuario (facilidad de uso, preceptación y percepción- de los principales sistemas de calefacción.

Estas puntuaciones parciales se han utilizado para obtener una puntuación final asociada a cada sistema de calefacción.



Leyenda

		CÓDIGO	
BOMBA DE CALOR	GEOTÉRMICA	INTERCAMBIADOR VERTICAL	Tª de distribución 35°C 01
			Tª de distribución 40°C 02
			Tª de distribución 45°C 03
			Tª de distribución 50°C 04
			Tª de distribución 55°C 05
	AEROTÉRMICA	INTERCAMBIADOR HORIZONTAL	Tª de distribución 35°C 06
			Tª de distribución 40°C 07
			Tª de distribución 45°C 08
			Tª de distribución 50°C 09
			Tª de distribución 55°C 10
HIDROTÉRMICA	EQUIPOS CENTRALIZADOS	11	
	EQUIPOS INDIVIDUALES TIPO SPLIT	12	
CALDERA DE COMBUSTIÓN	DERIVADOS PETROLEO	Estandar	15
		Baja temperatura	16
		Condensación	17
	GAS NATURAL	Estandar	18
		Baja temperatura	19
		Condensación	20
	BIOMASA	Pellets	21
		Briquetas	22
		Carbón vegetal	23
		Leña	24
SOLAR	ACUMULADOR SOLAR	Otra biomasa sólida	25
			26
			27
EFEECTO JOULE	RESISTENCIA ELÉCTRICA		

Ilustración: puntuación de los aspectos relativos al usuario (facilidad de uso, preceptación y percepción)

4.3.3.1 PUNTUACIÓN DE LOS ASPECTOS OPERATIVOS

Como en los aspectos medioambientales, para obtener la puntuación de los aspectos operativos de una instalación, bastará con obtener el valor obtenido en la tabla adjunta teniendo en cuenta la nota parcial de cada sistema y el porcentaje de demanda que cubre ese sistema.

			% DEMANDA CUBIERTA (base 100)	PUNTUACIÓN	%demanda X puntuación	
Bomba de calor	Geotérmica	Intercambiador vertical	Tº de distribución: 35ºC		4	
			Tº de distribución: 40ºC		4	
			Tº de distribución: 45ºC		4	
			Tº de distribución: 50ºC		4	
			Tº de distribución: 55ºC		4	
		Intercambiador horizontal	Tº de distribución: 35ºC		4	
			Tº de distribución: 40ºC		4	
			Tº de distribución: 45ºC		4	
			Tº de distribución: 50ºC		4	
			Tº de distribución: 55ºC		4	
	Aerotérmica	Equipos centralizados			3	
		Equipos individuales tipo split			3	
	Hidrotérmica	Equipos centralizados			3	
		Equipos individuales tipo split			3	
Caldera Combustión	Derivados petroleo	Estándar			6	
		Baja temperatura			5	
		Condensación			5	
	Gas natural	Estándar			6	
		Baja temperatura			5	
		Condensación			5	
	Biomasa	Pellets			4	
		Briquetas			4	
		Carbón vegetal			4	
		Leña			6	
		Otra biomasa sólida			4	
Solar	Acumulador solar			7		
Efecto Joule	Resistencia eléctrica			7		

ΣSum=

100

Σ %demanda*puntuación=

Puntuación = (Σ %demanda*puntuación) / 100 =



página intencionadamente en blanco

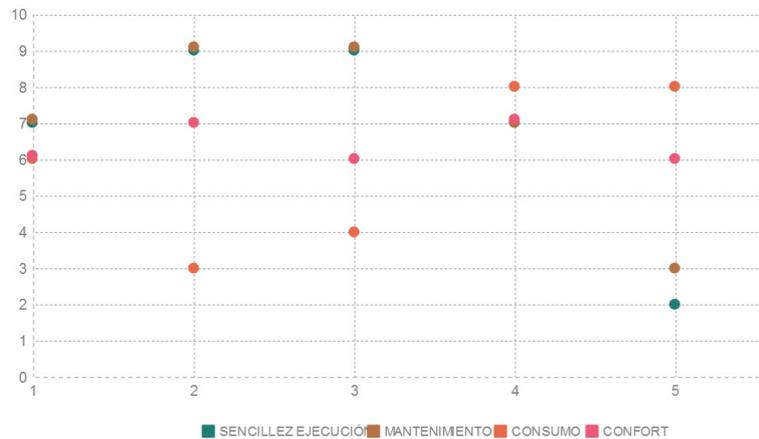
4.3.4 EMISORES

Aunque en los generadores se caracteriza en gran medida el consumo de energía, cuestiones como percepción, inercia del emisor, rapidez en el acondicionamiento o coste específico se asocian a los emisores.

Los objetivos de la guía permiten prestar atención a otras cuestiones asociadas a estos emisores como son el coste de instalación, el consumo unitario, el confort declarado por el usuario y el mantenimiento.

Una vez obtenidos valores para los elementos de estudio previos, se ponderan en base a la amplia experiencia del IGVS en las miles de viviendas que tutela. Es a través de esa visión donde aspectos como mantenimiento o gastos de instalación se convierten en variables de gran importancia, hasta el punto que radiadores como los eléctricos, poco eficientes en términos de rendimiento y energía primaria incorporan en su cuantificación aspectos positivos como la facilidad de instalación, la preceptación de la instalación y su fácil mantenimiento.

Es necesario considerar que la adopción de las medidas pasivas de la presente guía limitará la demanda, por lo que aspectos tradicionalmente importantes en un radiador como su consumo puntual podrían reducir de manera razonada su importancia en una visión de conjunto.



Leyenda

RADIADORES CONVENCIONALES DE FLUIDO	01
RADIADORES ELÉCTRICOS	02
RADIADORES ELÉCTRICOS INERCIALES	03
RADIADORES BAJA TEMPERATURA	04
SUELO RADIANTE	05
FAN-COIL	06

CÓDIGO

Ilustración: cuantificación de aspectos asociados a los emisores

4.3.4.1 PUNTUACIÓN EMISORES

Nuevamente, y aunque la coexistencia de varios tipos de emisores no sea habitual en una vivienda tipo, parece razonable establecer un método que permita una valoración ponderada para ese supuesto en el que existe más de un tipo de emisor.

En base al método previsto en la tabla adjunta se incorporará el tanto por cien de la demanda cubierto por cada tipo de emisor sumando el producto de cada puntuación y su porcentaje.

En el supuesto en el que no se utilice un emisor de los listados, se asimilará al equivalente.

Descripción familia y tipo	PUNTUACIÓN	% DE LA DEMANDA CUBIERTA (BASE 100)	PUNTUACIÓN X % DEMANDA
RADIADORES CONVENCIONALES DE FLUIDO	6		
RADIADORES ELÉCTRICOS	7		
RADIADORES ELÉCTRICOS INERCIALES	8		
RADIADORES BAJA TEMPERATURA	8		
SUELO RADIANTE	5		
FAN-COIL	4		

Σ Sum=

Σ Puntuación X % Demanda =

MEDIA PONDERADA
CALEFACCIÓN

Puntuación = $(\Sigma$ Puntuación X % Demanda)/100 =



4.3.5 VALORACIÓN FINAL CALEFACCIÓN

PUNTUACIÓN ACCESO FUENTE DE ENERGÍA	<input type="text"/>	X	0,2	=	<input type="text"/>
					+
PUNTUACIÓN DE LOS ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES	<input type="text"/>	X	0,3	=	<input type="text"/>
					+
PUNTUACIÓN DE LOS ASPECTOS OPERATIVOS	<input type="text"/>	X	0,2	=	<input type="text"/>
					+
PUNTUACIÓN DE LOS EMISORES	<input type="text"/>	X	0,3	=	<input type="text"/>
					=
					<hr/>
					<input type="text"/>
					PUNTUACIÓN FINAL:



4.4 REFRIGERACIÓN

Las instalaciones asociadas a la refrigeración de una edificación se evalúan de manera análoga a las de calefacción: Acceso a la fuente de energía, aspectos medioambientales, operativos y los propios emisores.

Se listarán las instalaciones habituales, en base a las cuales la fuente de energía se limita a la eléctrica y el acceso a esta fuente se considera factible en cualquier caso.

Por todo ello, si asociamos el rendimiento tipo¹ a cada instalación la puntuación asociada a la refrigeración se podrá reducir a la aplicación de la presente tabla.

				% DEMANDA CUBIERTA (base 100)	PUNTUACIÓN	%demanda X puntuación
Bomba de calor	Geotérmica	Intercambiador vertical	Tº de distribución: 35ºC		5	
			Tº de distribución: 40ºC		5	
			Tº de distribución: 45ºC		5	
			Tº de distribución: 50ºC		6	
			Tº de distribución: 55ºC		6	
		Intercambiador horizontal	Tº de distribución: 35ºC		6	
			Tº de distribución: 40ºC		6	
			Tº de distribución: 45ºC		7	
			Tº de distribución: 50ºC		7	
			Tº de distribución: 55ºC		7	
	Aerotérmica	Equipos centralizados			3	
		Equipos individuales tipo split			4	
	Hidrotérmica	Equipos centralizados			3	
		Equipos individuales tipo split			4	
Σ Sum=				100		

Σ %demanda*puntuación=

PUNTUACIÓN = (Σ %demanda*puntuación)/100 =

¹ Fuente principal: PRESTACIONES MEDIAS ESTACIONALES DE LAS BOMBAS DE CALOR PARA PRODUCCIÓN DE CALOR EN EDIFICIOS. IDAE. Madrid. Febrero de 2014 y Estudio T-NZEB. Transformación de edificios existentes hacia edificios de consumo casi nulo. Agosto 2014. CENER.



4.5 AGUA CALIENTE SANITARIA

El cálculo de ACS se realizará únicamente en el supuesto de que existan sistemas específicos sólo para ACS. En esa situación se procederá calculando el coeficiente unitario y a media ponderada según la tabla que se adjunta¹.

Si el sistema de producción de ACS es mixto se adoptará como media ponderada de ACS un valor idéntico al obtenido en la ponderación de la calefacción.

				% DEMANDA CUBIERTA (base 100)	PUNTUACIÓN	%demanda X puntuación
Bomba de calor	Geotérmica	Intercambiador vertical	Tº de distribución: 35ºC		5	
			Tº de distribución: 40ºC		6	
			Tº de distribución: 45ºC		7	
			Tº de distribución: 50ºC		8	
			Tº de distribución: 55ºC		9	
		Intercambiador horizontal	Tº de distribución: 35ºC		5	
			Tº de distribución: 40ºC		5	
			Tº de distribución: 45ºC		6	
			Tº de distribución: 50ºC		7	
			Tº de distribución: 55ºC		8	
	Aerotérmica	Equipos centralizados			4	
		Equipos individuales tipo split			6	
	Hidrotérmica	Equipos centralizados			5	
		Equipos individuales tipo split			6	
Caldera Combustión	Derivados petroleo	Estándar			1	
		Baja temperatura			1	
		Condensación			2	
	Gas natural	Estándar			1	
		Baja temperatura			1	
		Condensación			3	
	Biomasa	Pellets			2	
		Briquetas			2	
		Carbón vegetal			1	
		Leña			1	
Otra biomasa sólida			1			
Solar	Acumulador solar			6		
Efecto Joule	Resistencia eléctrica			2		
				ΣSum=	100	

Σ %demanda * puntuación =

PUNTUACIÓN = (Σ %demanda * puntuación) / 100 =

¹ Fuente principal: Documento reconocido_ Prestaciones medias estacionales de equipos y sistemas de producción de frío y calor en edificios de viviendas.

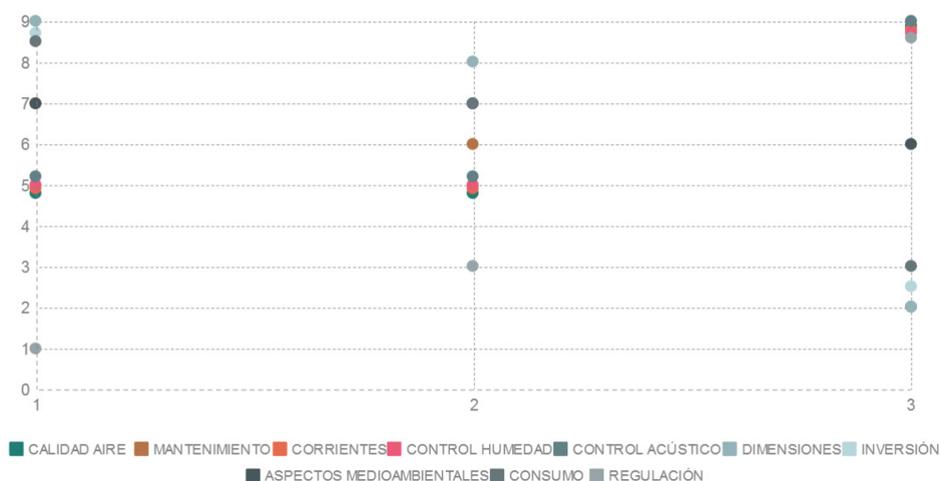


4.6 VENTILACIÓN

A diferencia del factor de diseño indicado en las estrategias pasivas, el cálculo de la ventilación se refiere a las instalaciones utilizadas para la renovación del aire en términos de salubridad.

En la ilustración adjunta, se incorpora un resumen gráfico de los valores utilizados para las puntuaciones de los aspectos técnicos, económicos y medioambientales¹ de los principales sistemas de ventilación.

A menor puntuación, peor comportamiento.



Leyenda

VENTILACIÓN HÍBRIDA (admisión natural y extracción por shunt híbrido , a veces x tiro natural, otras mecánico)	01
VENTILACIÓN MECÁNICA SIMPLE FLUJO (admisión natural+ extracción mecánica)	02
VENTILACIÓN MECÁNICA DOBLE FLUJO CON RECUPERACIÓN DE CALOR	03

CÓDIGO

01
02
03

¹ Fuente principal: "Guide bâtiment durable". Bruxelles environnement, 2014

4.6.1 PUNTUACIÓN VENTILACIÓN

Como en el resto de instalaciones, el cálculo de la puntuación asociada a la ventilación se reduce a la aplicación de la tabla adjunta, en la que se ha previsto la posibilidad de coexistencia de distintos sistemas.

	% DEMANDA CUBIERTA (base 100)	PUNTUACIÓN	%demanda X puntuación
VENTILACIÓN HÍBRIDA (admisión natural y extracción por shunt híbrido ,a veces x tiro natural, otras mecánico)		5	
VENTILACIÓN MECÁNICA SIMPLE FLUJO (admisión natural+ extracción mecánica)		6	
VENTILACIÓN MECÁNICA DOBLE FLUJO CON RECUPERACIÓN DE CALOR		8	

ΣSum= 100

Σ %demanda*puntuación=

PUNTUACIÓN = (Σ %demanda*puntuación)/100 =



página intencionadamente en blanco







5. ANEXO 1: APLICACIONES DE APOYO





5.1 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA | CLIMAS

5.1.1 DESCRIPCIÓN

Se ha incorporado una funcionalidad Web que permite navegar y obtener datos a través de una suerte de mapas interactivos.

Para ello se ha utilizado un repositorio de Bases de datos ORACLE, en la que se ha creado un esquema para el IGVS que almacena la información del proyecto.

Esta base de datos nutre a los Servidores ArcGis, que son los responsables de servir los datos en forma de servicios siendo los de visualización de datos REST y WMS que son consumidos por las Aplicaciones, tanto a nivel de escritorio como a nivel de web.

Los metadatos se han cumplimentado con la herramienta CatMDEdit siguiendo la guía del Núcleo Español de Metadatos (NEM), siendo éste la implementación española del Reglamento de metadatos a nivel europeo que define la directiva INSPIRE.

5.1.2 PROCESO DE RECOGIDA DE DATOS

Se analizan los datos climáticos de 160 estaciones para establecer sus valores medios. A continuación se realizan un análisis de regresión con la finalidad de extrapolar los resultados puntuales de las estaciones y clasificar la totalidad del territorio gallego. Se halla la correlación de cada variable con parámetros geográficos (altitud, longitud y latitud).

A partir de las fórmulas obtenidas por la regresión, se crea una capa raster. Se clasifican los datos en cada capa para obtener 6 zonas según cada variable.

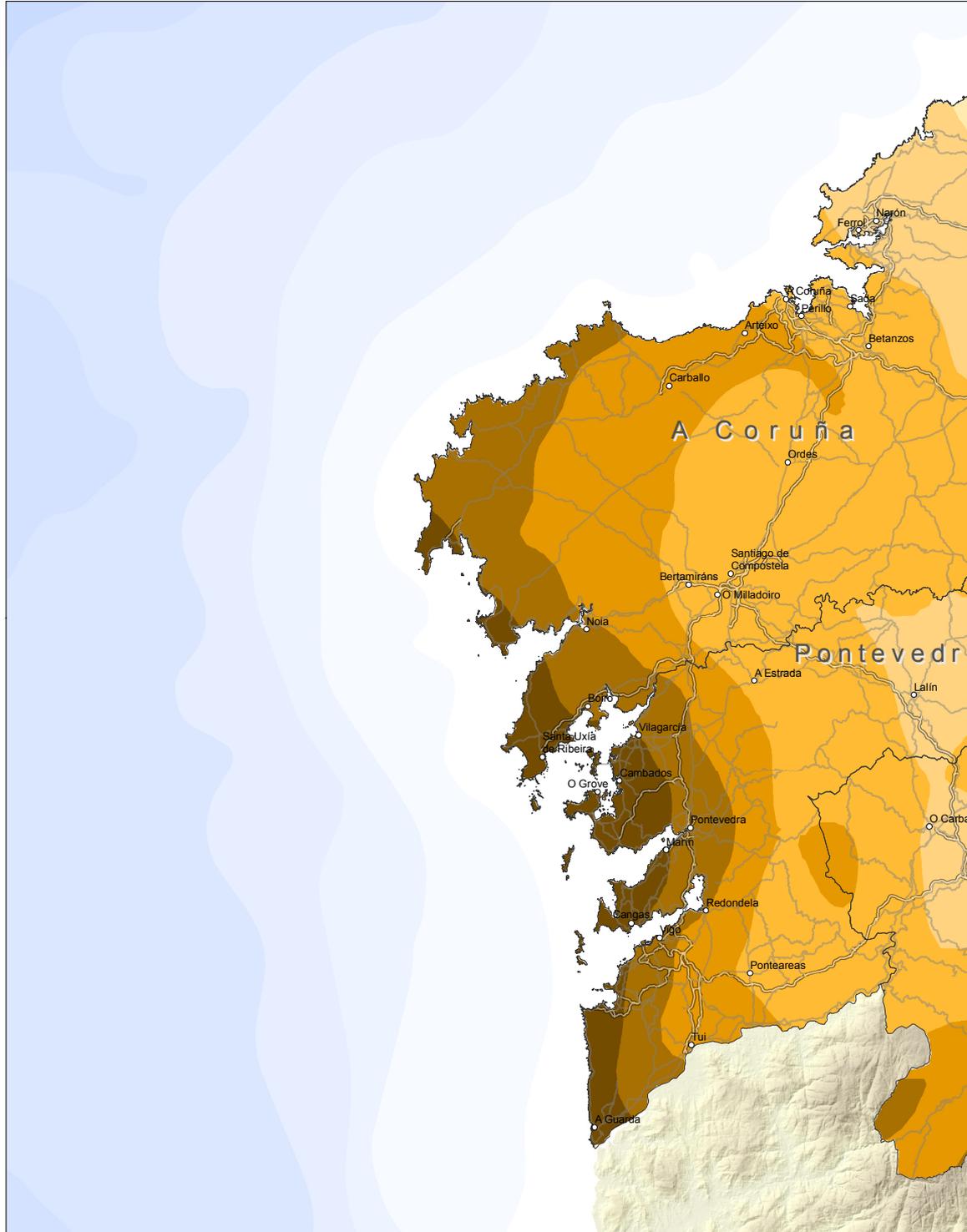
La división se realiza mediante intervalos naturales. Se juntan las 7 capas en una sola, en formato vectorial, donde la zonificación según cada variable está recogida en la tabla de atributos.

5.1.3 ENLACE

www.xunta.es/igvs/mapas



5.1.4 CAPTURA PANTALLA VARIABLE RADIACIÓN SOLAR



INSTITUTO IET
DE ESTUDIOS DE
TERRITORIO
Cartografía elaborada polo Instituto de Estudos do Territorio

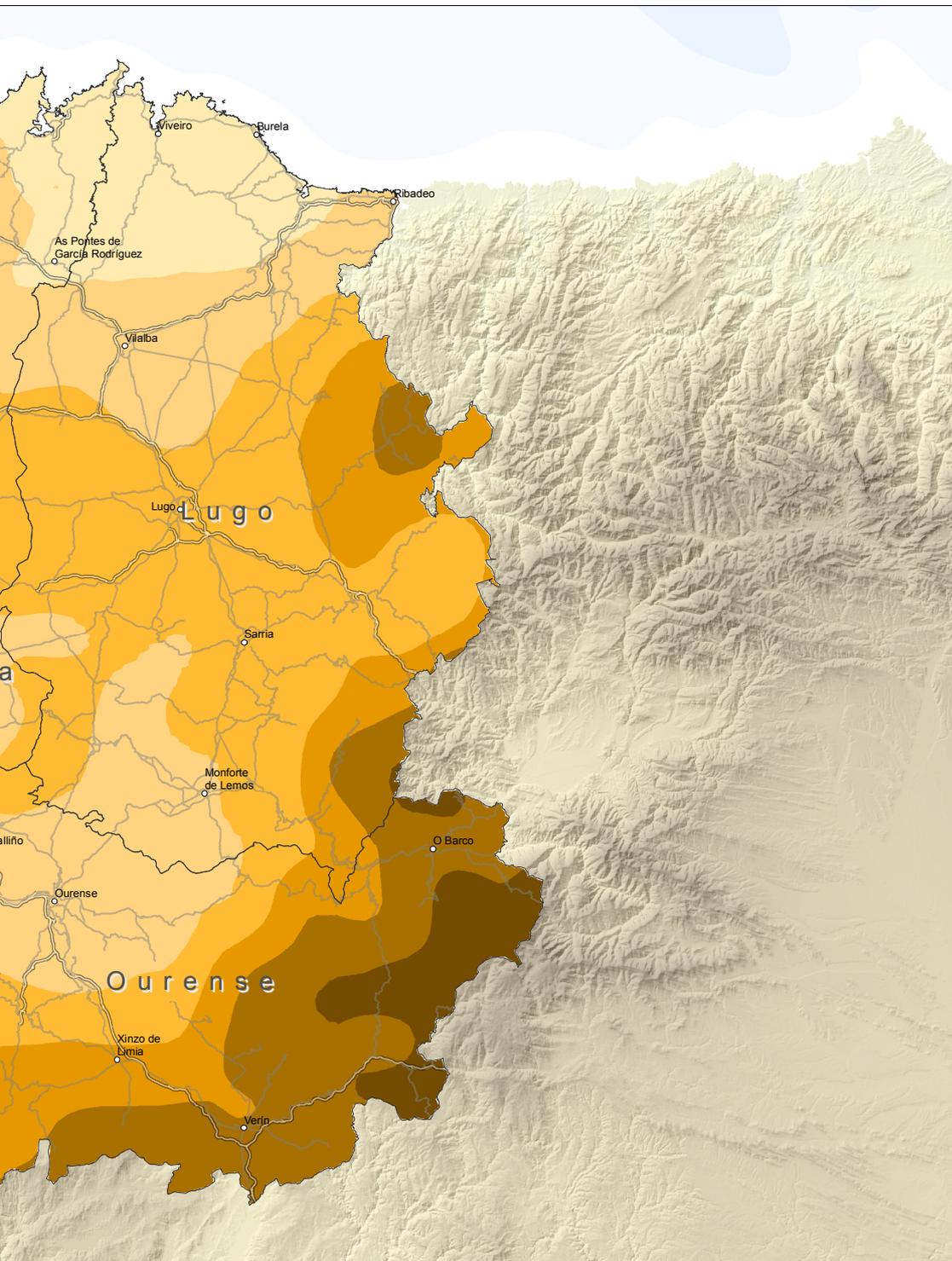
Radiación Solar (Valor medio diario (kWh:m2))

Valor medio diario (kWh/m2)

- 1 (<3.08)
- 2 (3.08 - 3.23)
- 3 (3.24 - 3.38)
- 4 (3.39 - 3.54)
- 5 (3.55 - 3.77)
- 6 (>3.77)



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE
INFRAESTRUTURAS E VIVENDA



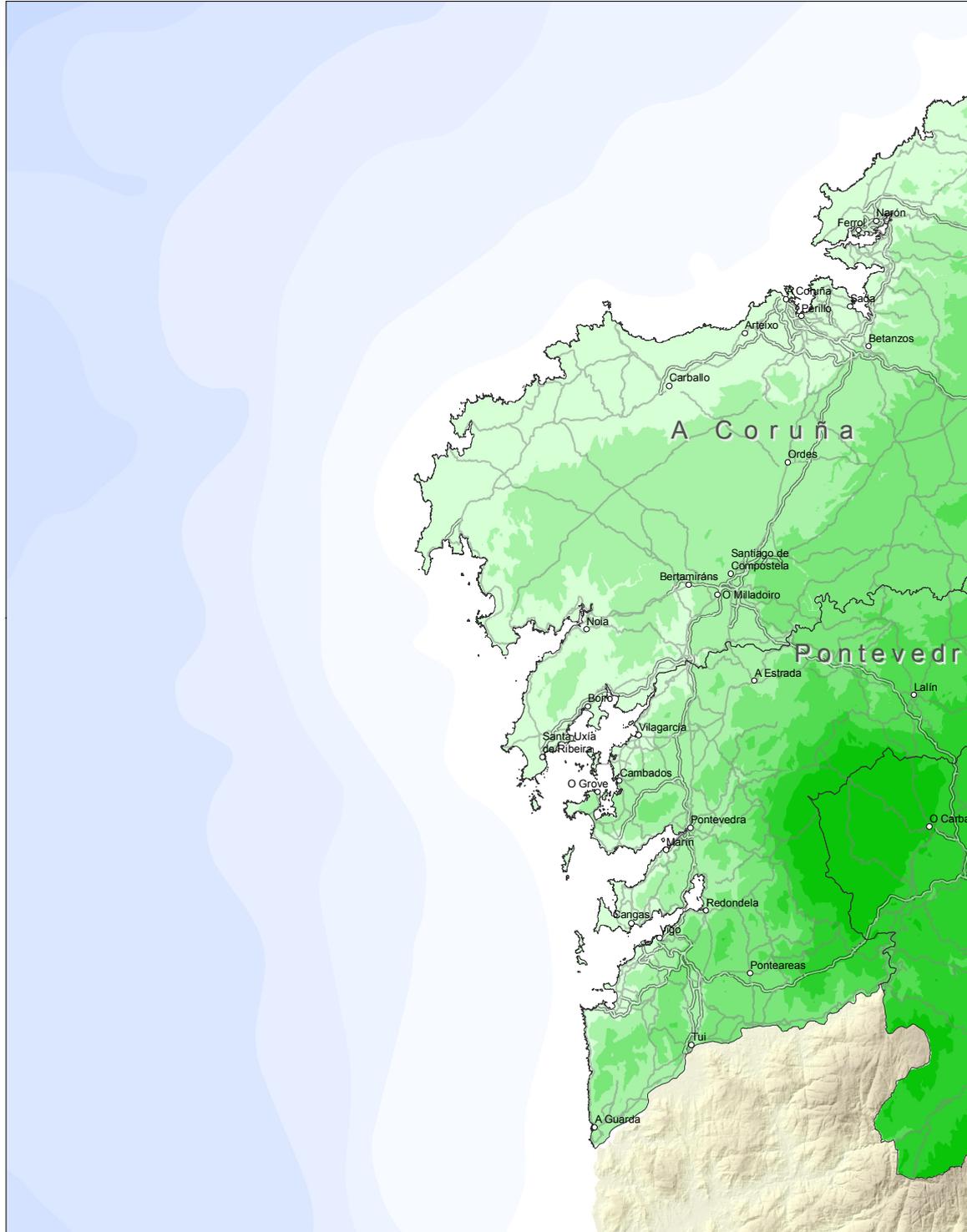
Zonas climáticas de Galicia (IGVS)
Radiación Solar (Valor medio dirario (kWh/m²))

Proyección U.T.M. Fuso 29
Elipsoide Internacional
Sistema de referencia ETRS89
1:1.000.243
Kilómetros





5.1.5 CAPTURA PANTALLA VARIABLE CONTINENTALIDAD



INSTITUTO **et** DE ESTUDIOS DO TERRITORIO
Cartografía elaborada polo Instituto de Estudos do Territorio

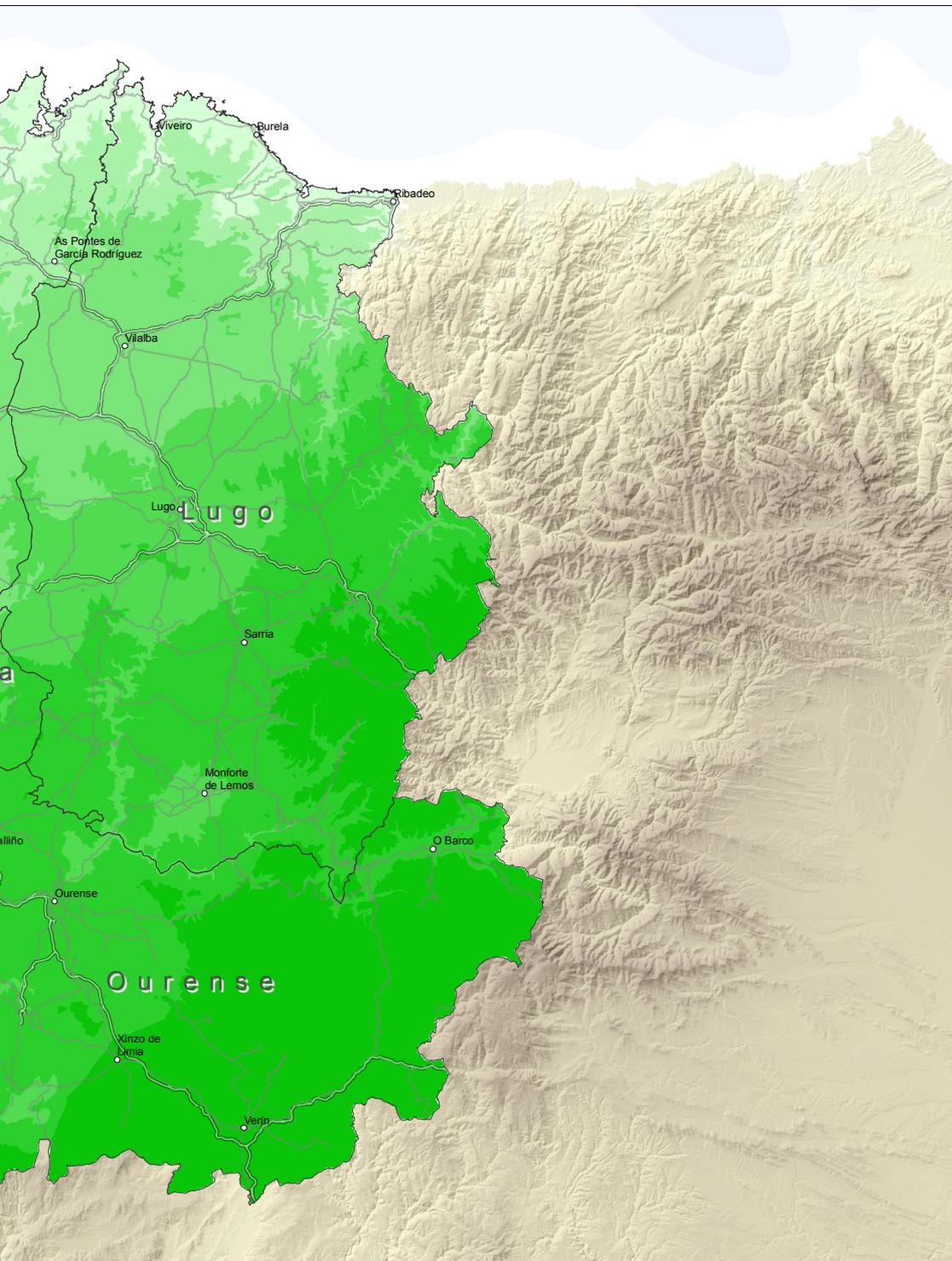
Continentalidade (Tmax-Tmin) (°C)

Tmax - Tmin (°C)

1 (<10.35)
2 (10.35 - 11.24)
3 (11.25 - 12.24)
4 (12.25 - 13.14)
5 (13.15 - 14.05)
6 (>14.05)



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE
INFRAESTRUTURAS E VIVENDA



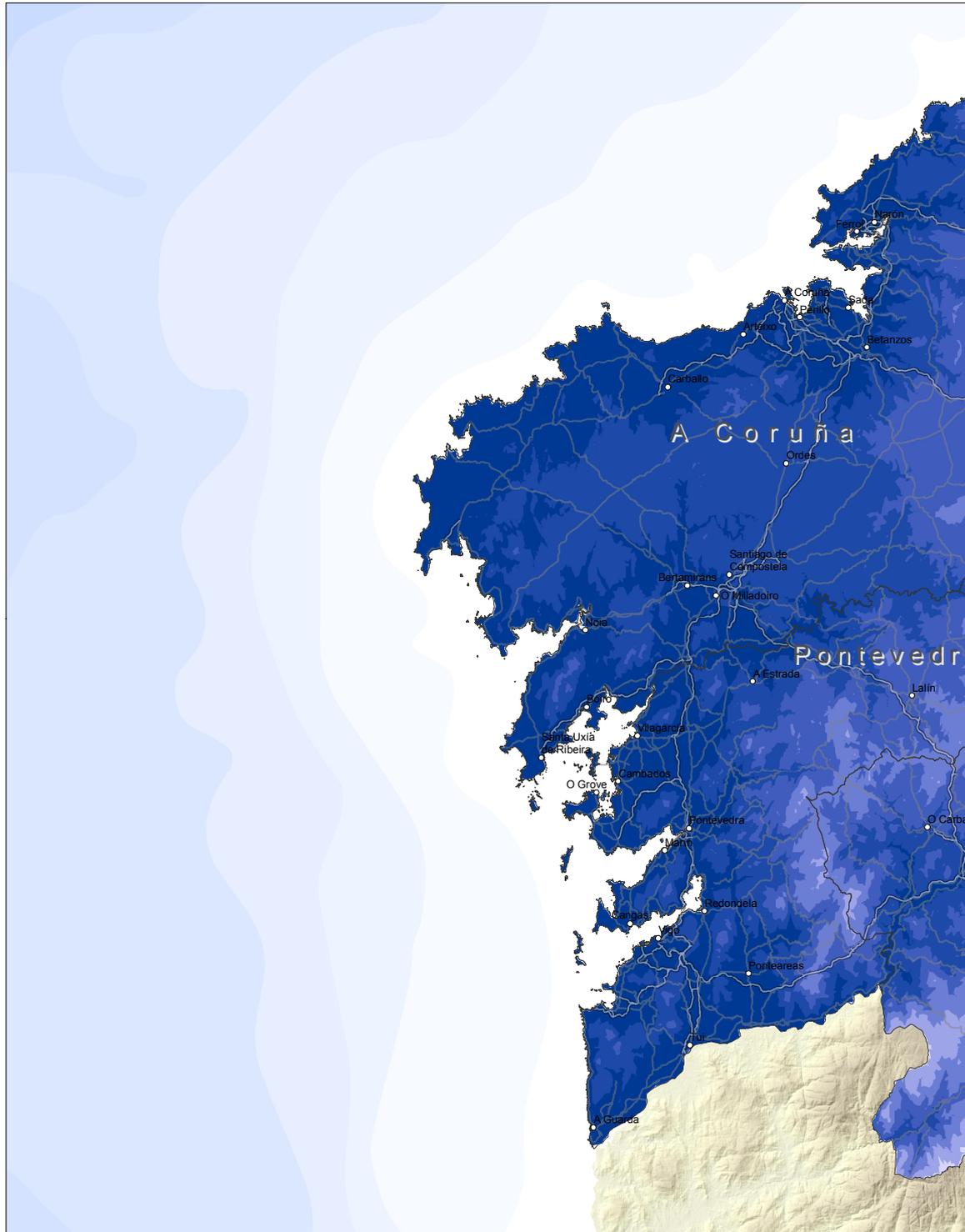
Zonas climáticas de Galicia (IGVS)
Continentalidade (Tmax-Tmin) (°C)

Proxección U.T.M. Fuso 29
Elipsoide Internacional
Sistema de referencia ETRS89
1:1.000.243
Kilómetros





5.1.6 CAPTURA PANTALLA TERMICIDAD INVERNAL



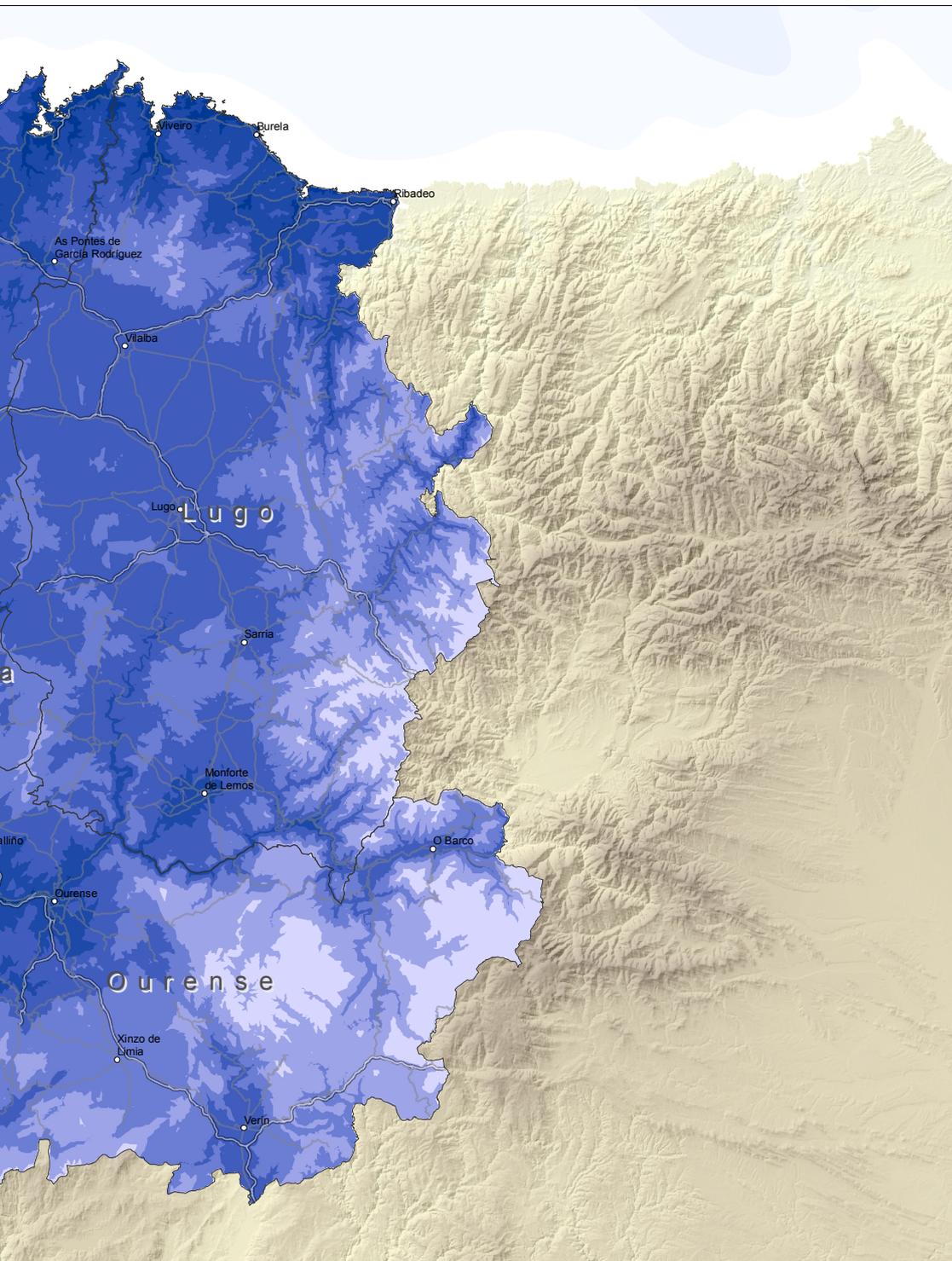
INSTITUTO IET
DE ESTUDIOS DO TERRITORIO
Cartografía elaborada polo Instituto de Estudos do Territorio

Termicidade Invernal $(T+Mf+mf)*10$ (°C)

- $(T+Mf+mf)*10$ (°C)
- 1 (<156)
 - 2 (156 - 205)
 - 3 (206 - 240)
 - 4 (241 - 272)
 - 5 (273 - 308)
 - 6 (>308)



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE
INFRAESTRUTURAS E VIVENDA



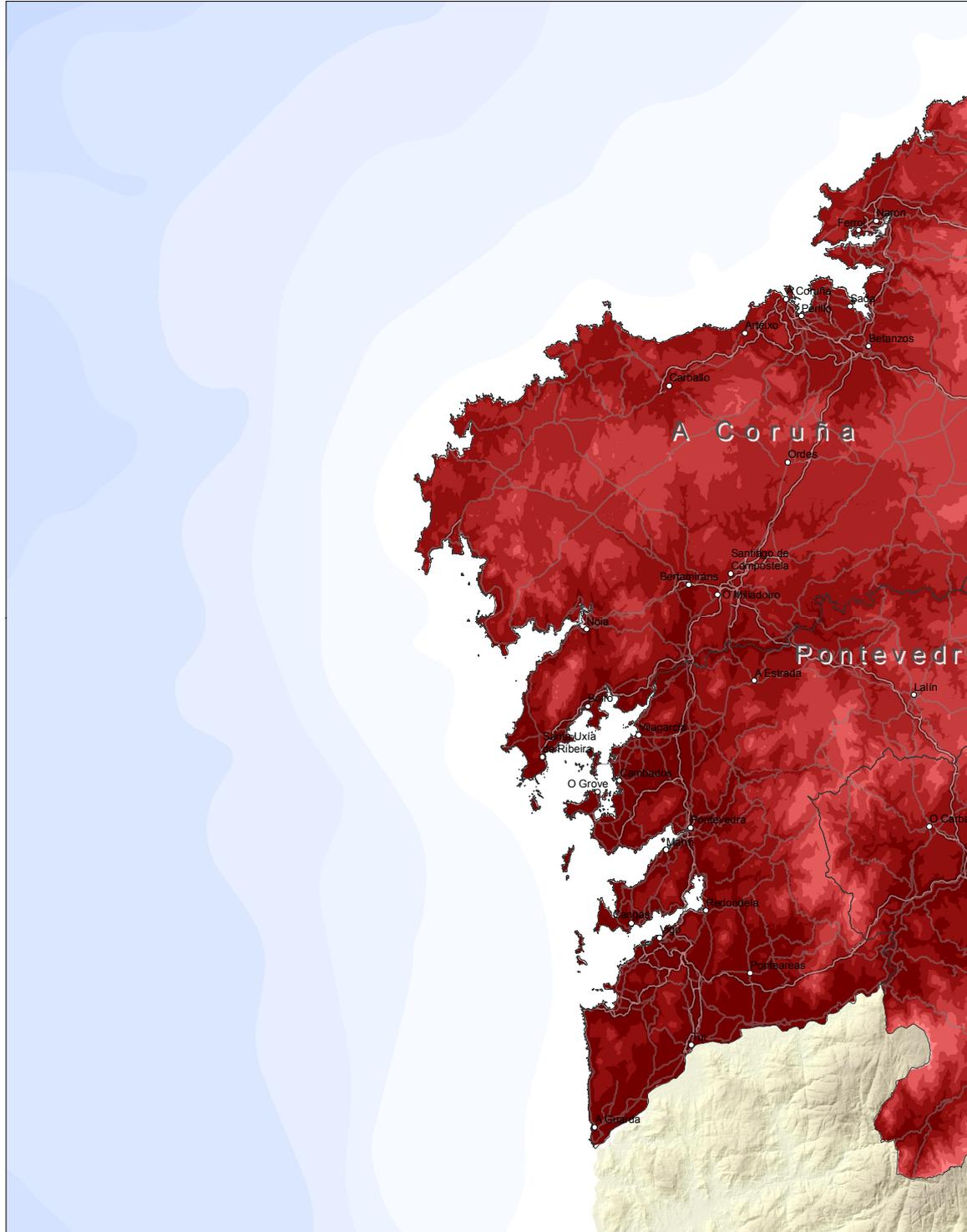
Zonas climáticas de Galicia (IGVS)
Termicidade Invernal $(T+Mf+mf)*10$ (°C)

Proxección U.T.M. Fuso 29
Elipsoide Internacional
Sistema de referencia ETRS89
1:1.000.243





5.1.7 CAPTURA PANTALLA VARIABLE TERMICIDAD ESTIVAL



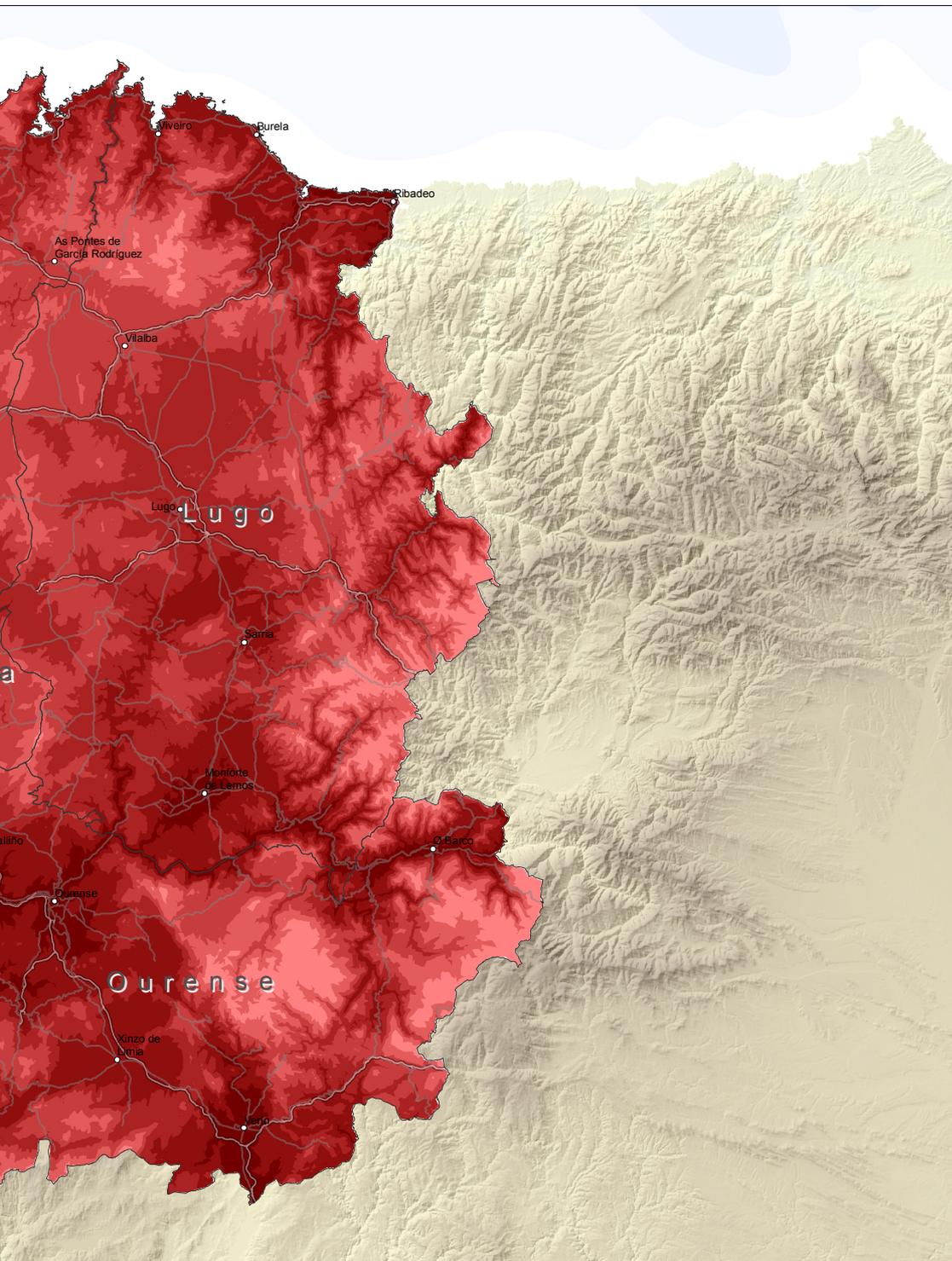
INSTITUTO **et**
DE ESTUDIOS DO
TERRITORIO
Cartografía elaborada polo Instituto de Estudos do Territorio

Termicidade Estival $(T+Mc+mc)*10$ (°C)

- $(T+Mc+mc)*10$ (°C)
- 1 (<426)
 - 2 (426 - 459)
 - 3 (460 - 483)
 - 4 (484 - 505)
 - 5 (506 - 535)
 - 6 (>535)

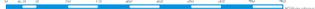


XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE
INFRAESTRUTURAS E VIVENDA



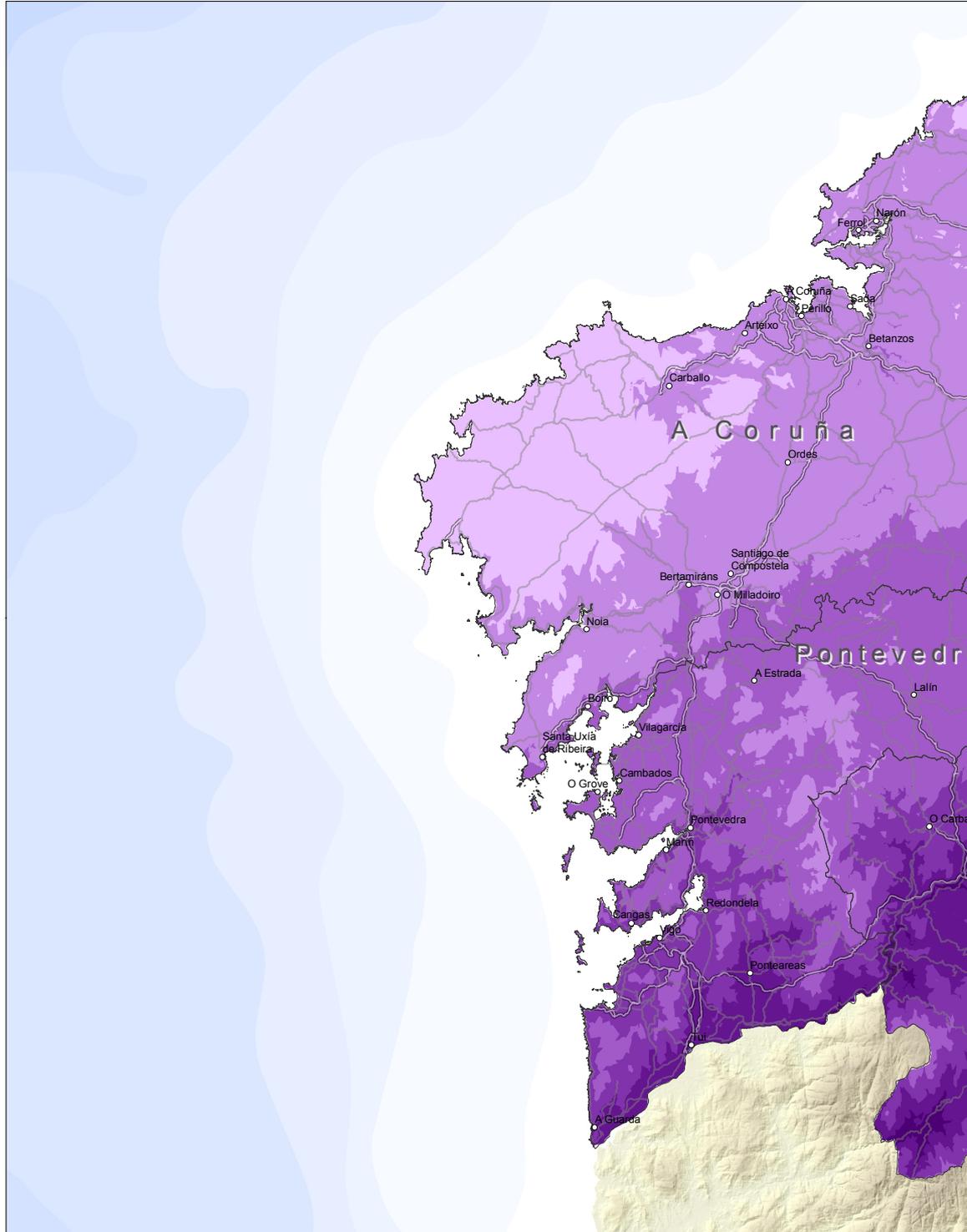
Zonas climáticas de Galicia (IGVS)
Termicidade Estival $(T+Mc+mc)*10$ (°C)

Proxección U.T.M. Fuso 29
Elipsoide Internacional
Sistema de referencia ETRS89
1:1.000.243





5.1.8 CAPTURA PANTALLA VARIABLE DIURNALIDAD



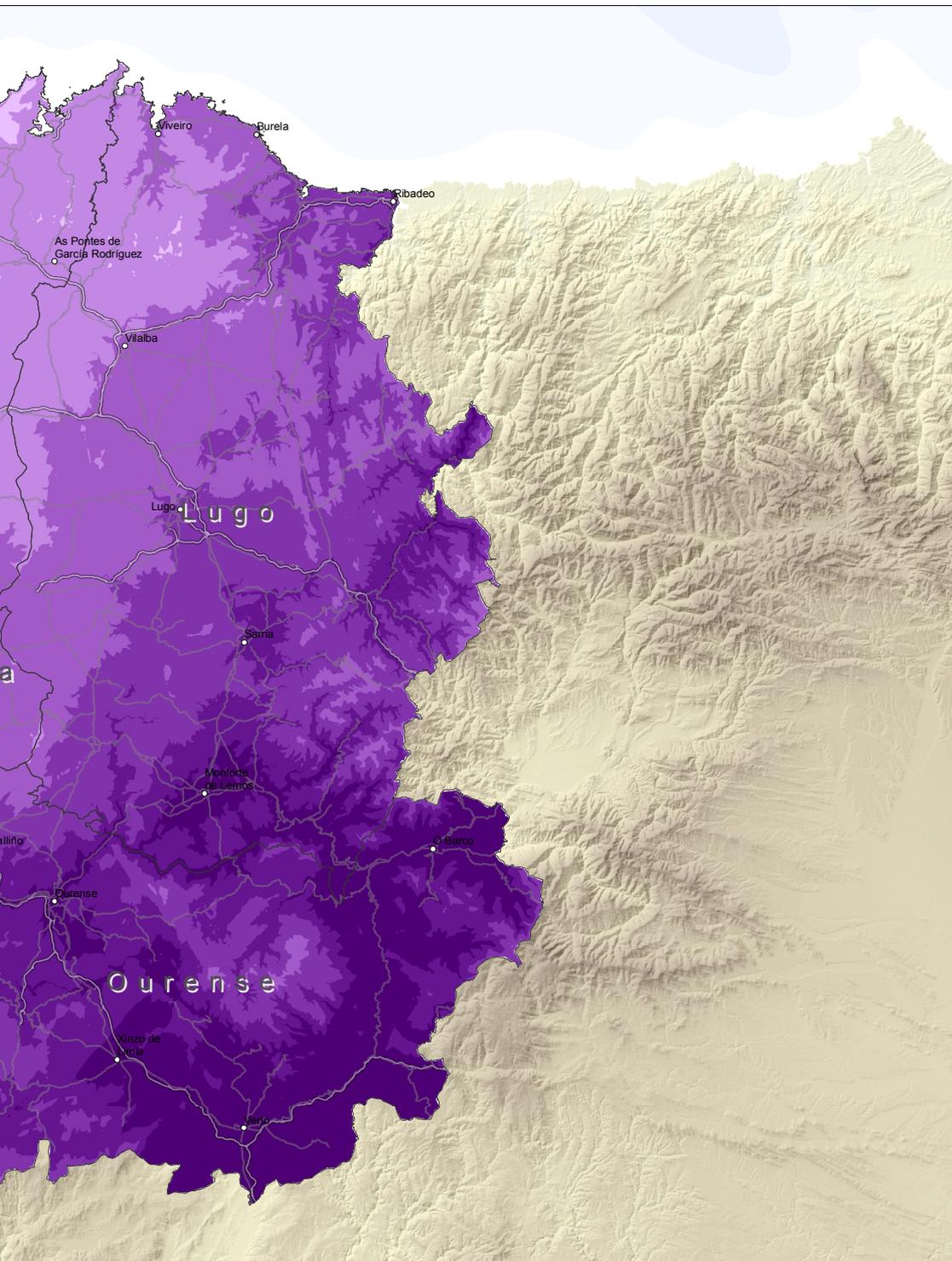
INSTITUTO **et**
DE ESTUDIOS DO
TERRITORIO
Cartografía elaborada polo Instituto de Estudos do Territorio

Diurnidade $(T_{cmax} - T_{cmin}) * 10$ (°C)
 $(T_{cmax} - T_{cmin}) * 10$ (°C)

- 1 (<8.3)
- 2 (8.3 - 10.3)
- 3 (10.4 - 11.9)
- 4 (12.0 - 13.28)
- 5 (13.29 - 14.47)
- 6 (>14.47)



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE
INFRAESTRUTURAS E VIVENDA



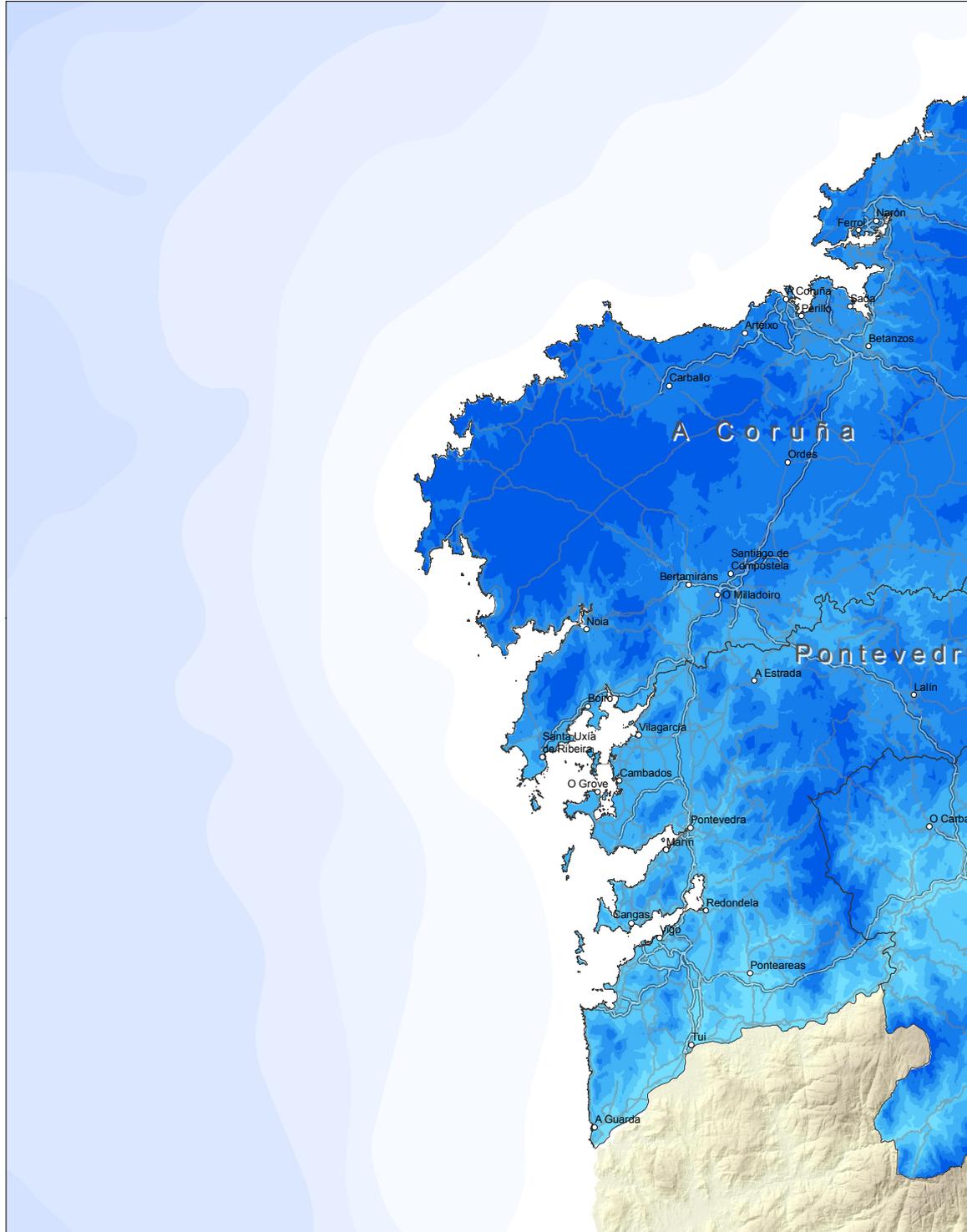
Zonas climáticas de Galicia (IGVS)
Diurnidade $(T_{\text{max}} - T_{\text{min}}) \cdot 10$ (°C)

Proxección U.T.M. Fuso 29
Elipsoide Internacional
Sistema de referencia ETRS89
1:1.000.243
Kilómetros

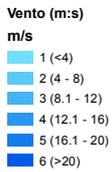




5.1.9 CAPTURA PANTALLA VARIABLE VIENTO

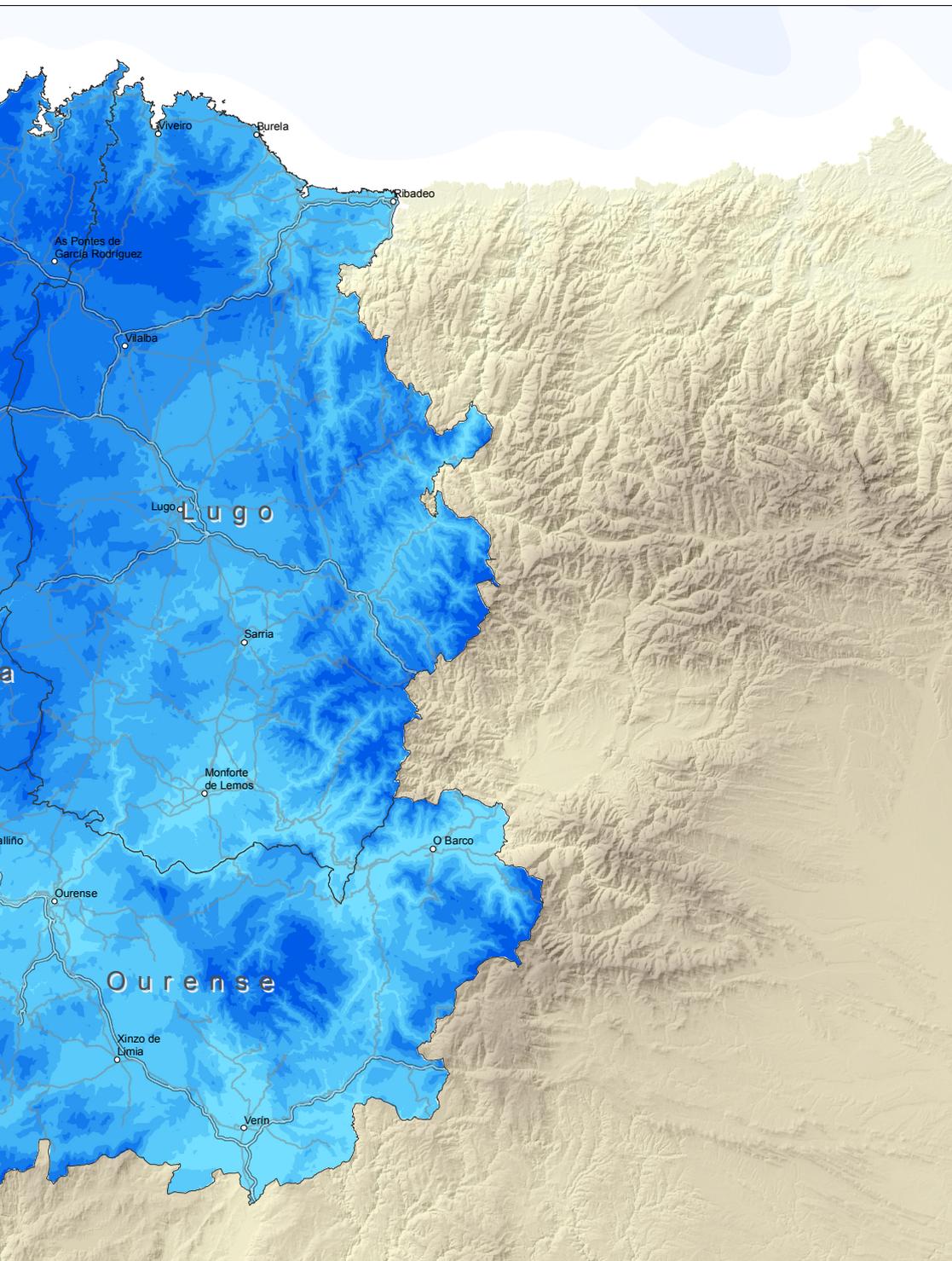


INSTITUTO **et**
DE ESTUDIOS DO
TERRITORIO
Cartografía elaborada polo Instituto de Estudos do Territorio





XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE
INFRAESTRUTURAS E VIVENDA



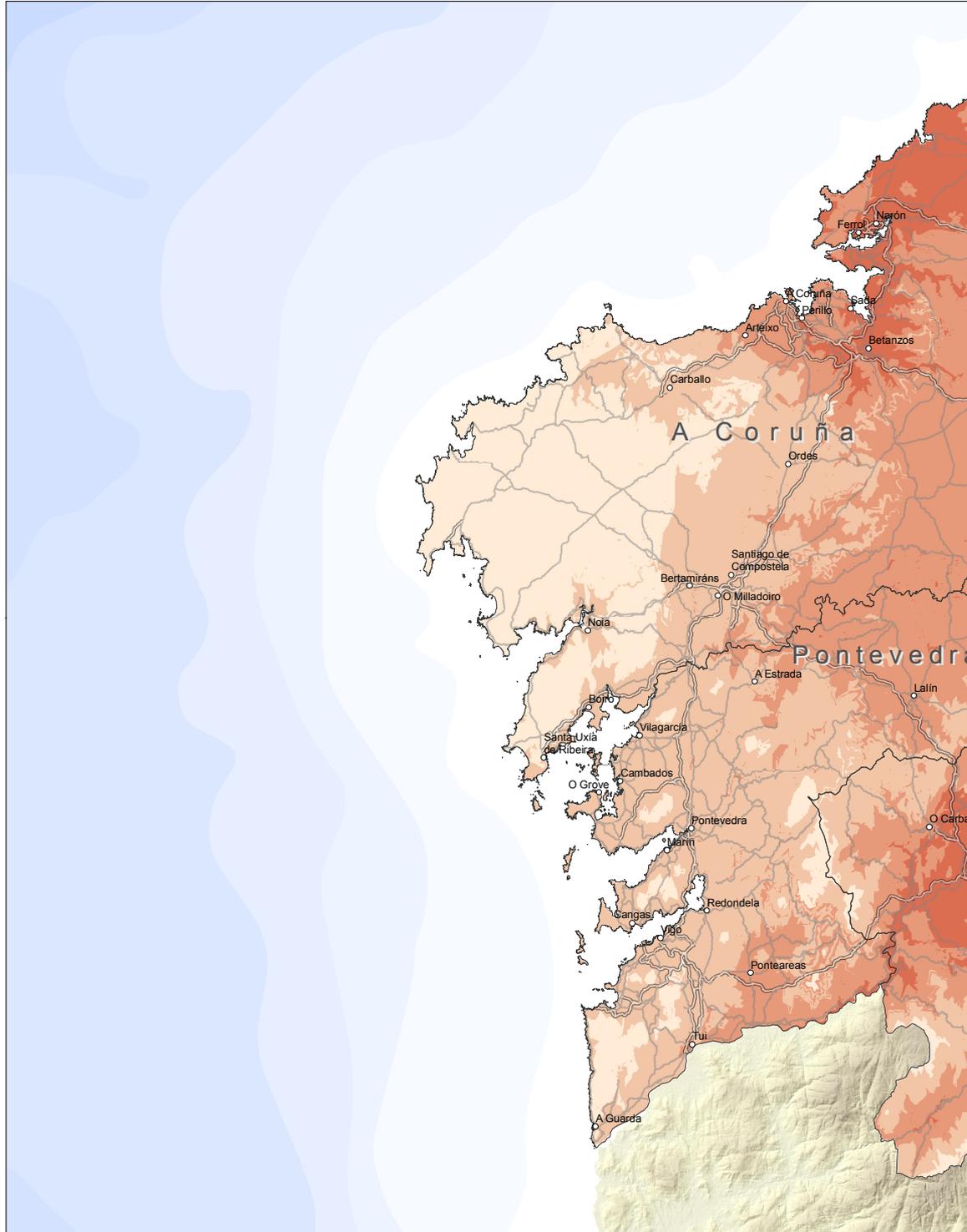
Zonas climáticas de Galicia (IGVS)
Vento (Valor medio anual (m/s))

Proxección U.T.M. Fuso 29
Elipsoide Internacional
Sistema de referencia ETRS89
1:1.000.243
Kilómetros





5.1.10 CAPTURA PANTALLA VARIABLE ARIDEZ ESTIVAL



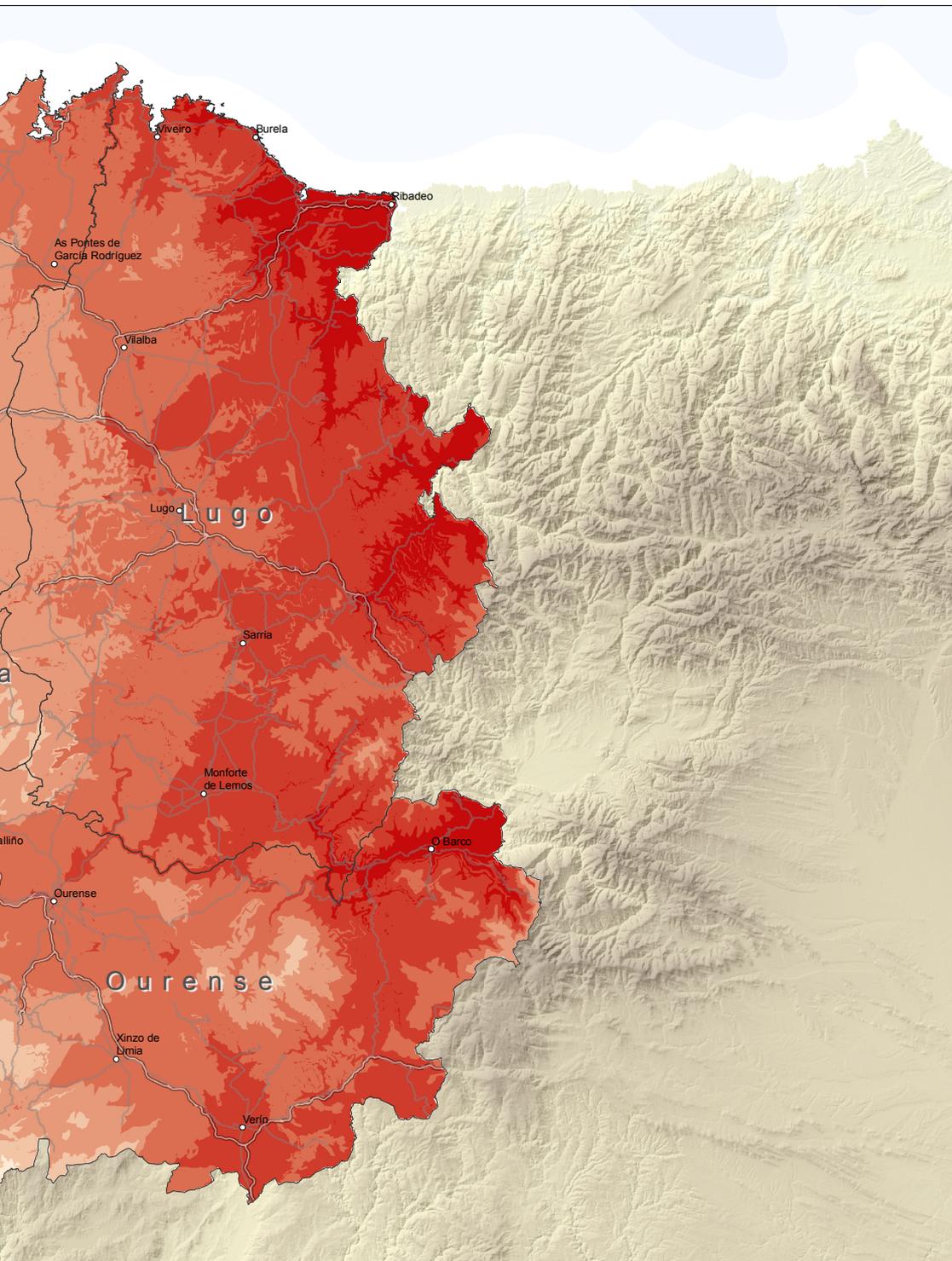
INSTITUTO **et** DE ESTUDIOS DE TERRITORIO
Cartografía elaborada polo Instituto de Estudos do Territorio

Aridez Estival (PEs/Ps)

PEs/Ps
1 (<0.77)
2 (0.77 - 0.83)
3 (0.84 - 0.88)
4 (0.89 - 0.94)
5 (0.95 - 1)
6 (>1)



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE
INFRAESTRUTURAS E VIVENDA



Zonas climáticas de Galicia (IGVS)
Índice Aridez Estival (PEs/Ps)

Proyección U.T.M. Fuso 29
Elipsoide Internacional
Sistema de referencia ETRS89
1:1.001.652
Kilómetros







5.2 APLICACIÓN PARA CUANTIFICAR DISEÑO PASIVO

5.2.1 DESCRIPCIÓN

Con la intención de aportar una utilidad multiplataforma, fácilmente accesible y actualizable, se ha desarrollado una aplicación web *responsive* compatible y adaptativa a diferentes pantallas y resoluciones de PCs, smartphones y tablets.

La utilidad permite al usuario realizar las operaciones de una manera asistida y visual simplificando las labores de análisis y contraste de opciones. Gracias a esta utilidad, se permite igualmente el almacenamiento de los proyectos u opciones que el usuario desee evaluar.

Esta utilidad ha sido desarrollada con tecnología PHP para el backend, y HTML5, CSS3, JQuery y Bootstrap para el frontend.

5.2.2 ENLACE A LA APLICACIÓN PASIVGAL

<http://igvs.xunta.gal>

5.2.3 CAPTURAS DE EJEMPLO

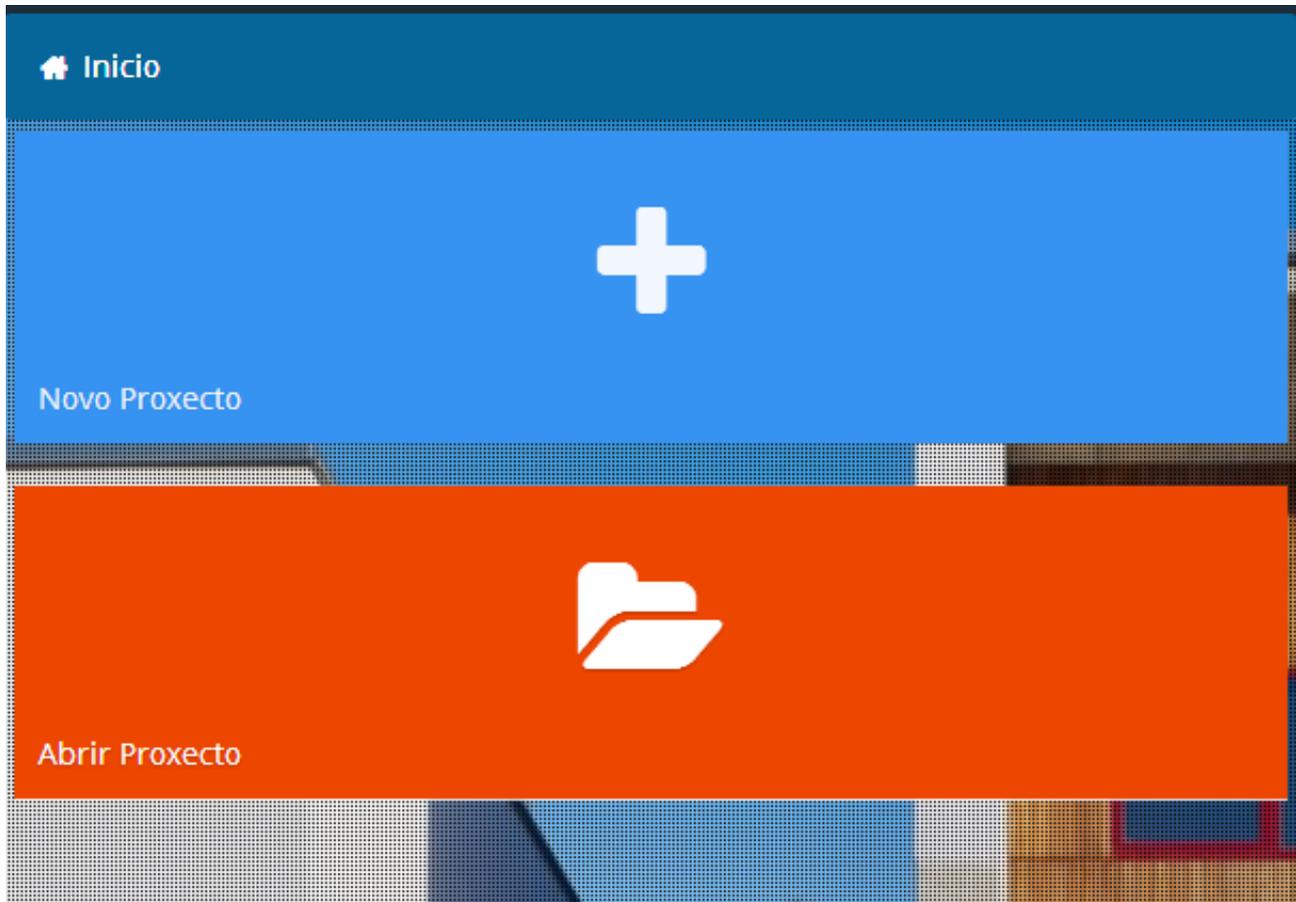


Ilustración: Captura de pantalla inicial

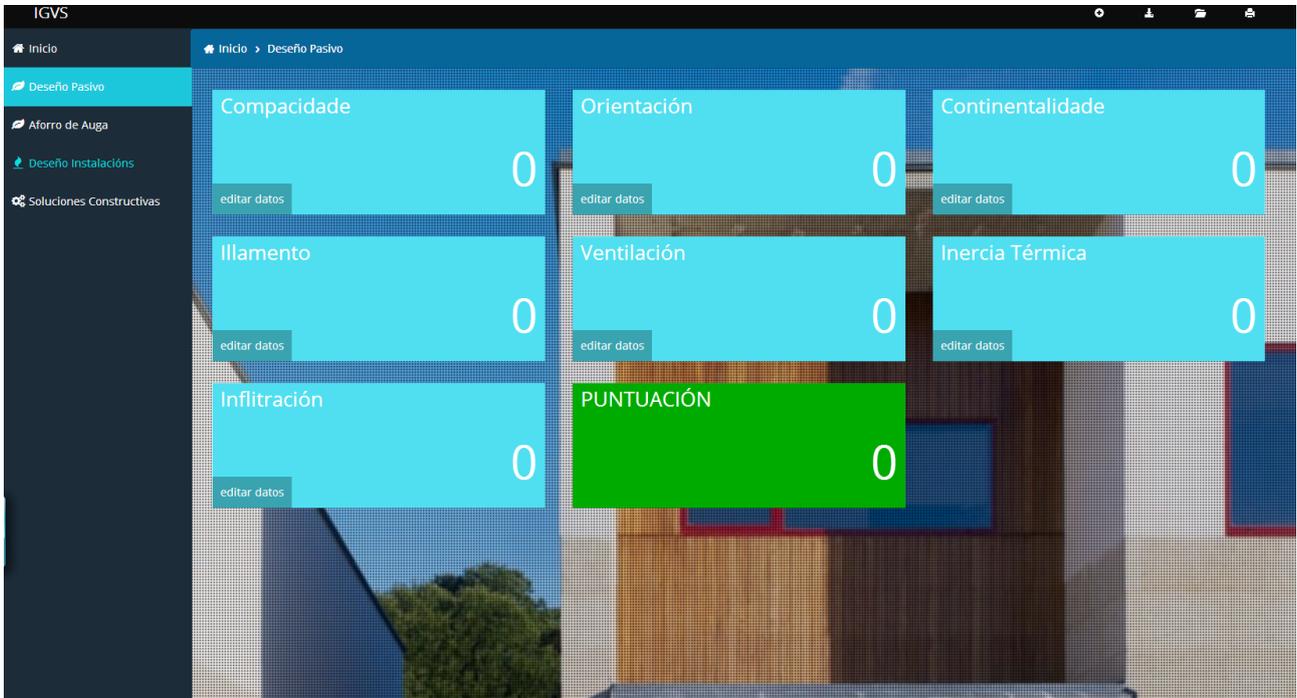


Ilustración: Captura de pantalla estrategias pasivas

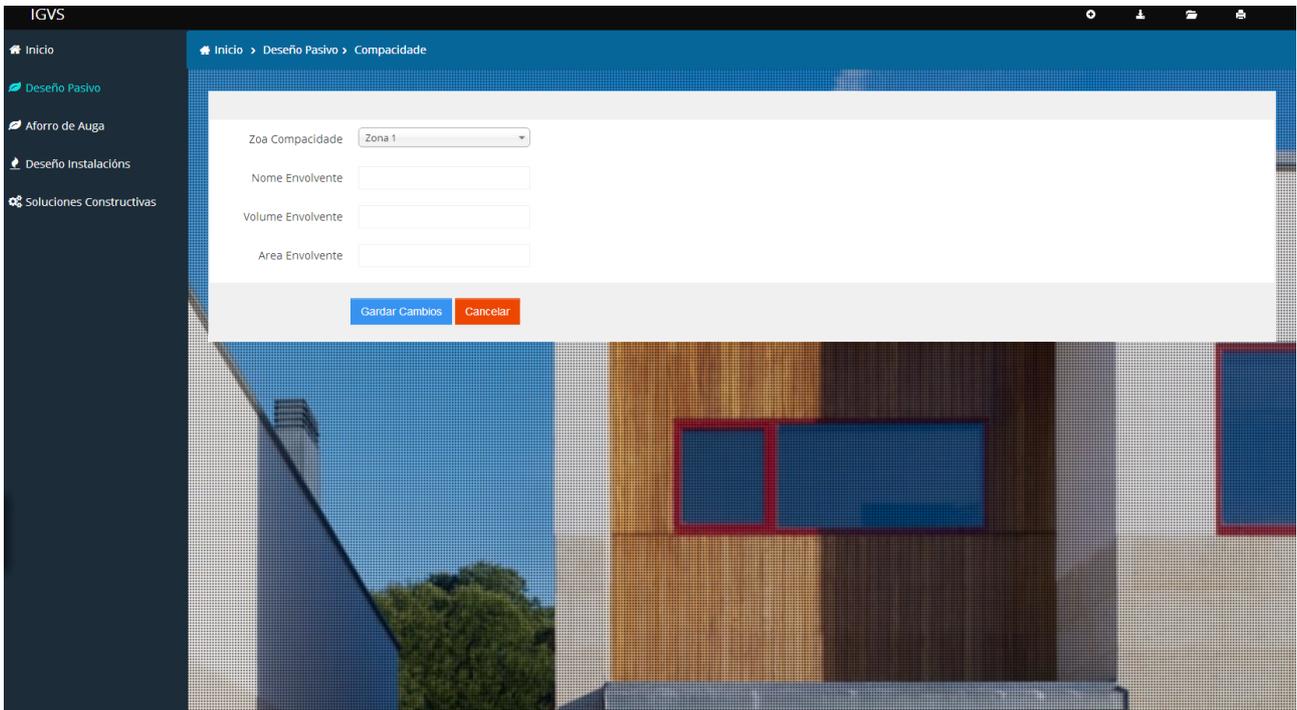


Ilustración: Captura de pantalla datos compacidad



La [GUÍA DE ARQUITECTURA PASIVA PARA VIVIENDAS](#) ha sido elaborada por el Grupo de trabajo HÁBACO por encargo y orientación del Instituto Galego de Vivenda e Solo.

Por parte del [IGVS](#) han participado:

Director del proyecto: Ricardo Valencia Hentshel
Coordinadora del proyecto: Maria José Paniagua Mateos
Técnicos de apoyo: Alberto Balea Filgueiras
Susana Orgaz López

Por parte del grupo [Hábaco](#) han participado:

Director del proyecto: Joaquín Fernández Madrid
Coordinador del proyecto: Santiago Pintos Pena
Técnicos de apoyo: María Jesús Dios Viéitez
Alberto Redondo Porto
Jorge Rodríguez Álvarez

Esta publicación forma parte de la capitalización de un estudio previo, relativo a las vulnerabilidades y potencialidades de la vivienda en Galicia frente al cambio climático, realizado dentro de un proyecto más amplio denominado [Adaptaclima](#), que fue sufragado por los fondos Feder y creado por algunos socios de la euroregión Sudoe, liderados y coordinados por el IGVS.

Esta guía tiene como propósito proporcionar una serie de consideraciones sobre las posibles estrategias de arquitectura pasiva en las viviendas y hacerlo de una manera sencilla y didáctica que faciliten actuaciones que parecen necesarias y que recuperen algunas de las costumbres constructivas de adaptación al medio sin consumo de energía en un contexto europeo que pretende primar la eficiencia energética y el consumo mínimo.

Fuente imágenes:

(C) Imágenes Hábaco e IGVS : Creative Commons dominio público CC0.

(C) Otras imágenes: Pixabay. Creative Commons dominio público CC0.



XUNTA
DE GALICIA



galicia





XUNTA
DE GALICIA

