



UNIVERSITAT POLITÈCNICA  
DE CATALUNYA  
BARCELONATECH

## *La inserción de la eficiencia energética en los edificios universitarios brasileños: las políticas y los procesos de toma de decisiones*

**Marcos Antonio Leite Frandoloso**

**ADVERTIMENT** La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del repositori institucional UPCommons (<http://upcommons.upc.edu/tesis>) i el repositori cooperatiu TDX (<http://www.tdx.cat/>) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual **únicament per a usos privats** emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei UPCommons o TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a UPCommons (*framing*). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

**ADVERTENCIA** La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del repositorio institucional UPCommons (<http://upcommons.upc.edu/tesis>) y el repositorio cooperativo TDR (<http://www.tdx.cat/?locale-attribute=es>) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual **únicamente para usos privados enmarcados** en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio UPCommons. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a UPCommons (*framing*). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

**WARNING** On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the institutional repository UPCommons (<http://upcommons.upc.edu/tesis>) and the cooperative repository TDX (<http://www.tdx.cat/?locale-attribute=en>) has been authorized by the titular of the intellectual property rights **only for private uses** placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading nor availability from a site foreign to the UPCommons service. Introducing its content in a window or frame foreign to the UPCommons service is not authorized (*framing*). These rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

**Universitat Politècnica de Catalunya**  
**Departament de Tecnologia en l'Arquitectura**  
**Programa de Doctorat en Arquitectura, Energia i Medi Ambient**

**LA INSERCIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS  
EDIFICIOS UNIVERSITARIOS BRASILEÑOS:  
Las políticas y los procesos de toma de decisiones**

**Doctorando: Marcos Antonio Leite Frandoloso**  
**Tutor de Estudios y Director de Tesis: Albert Cuchí i Burgos - UPC - España**  
**Co-director de Tesis: Eduardo Grala da Cunha (UFPEl - Brasil)**

Barcelona, septiembre de 2017.

## Referencias Bibliograficas Apéndices

### Apéndice A

- AASHE. Association for the Advancement of Sustainability in Higher Education. STARS 2.0 Summary of Changes. En: *AASHE*. [En línea]. Denver: AASHE, aug. 2013. [Consulta: 13 septiembre 2014]. Disponible en: <[http://www.aashe.org/files/documents/STARS/2.0/stars\\_2.0\\_summary\\_of\\_changes.pdf](http://www.aashe.org/files/documents/STARS/2.0/stars_2.0_summary_of_changes.pdf)>. [2013a].
- AASHE. Association for the Advancement of Sustainability in Higher Education. STARS overview presentation. En: *AASHE*. [En línea]. Denver: AASHE, oct. 2013. [Consulta: 13 septiembre 2014]. Disponible en: <[http://www.aashe.org/files/documents/STARS/stars\\_overview\\_presentation.pdf](http://www.aashe.org/files/documents/STARS/stars_overview_presentation.pdf)>. [2013b].
- AASHE. Association for the Advancement of Sustainability in Higher Education. STARS: technical manual. version 2.0. administrative update two: january 2014 En: *AASHE*. [En línea]. Denver: AASHE, jan. 2014. [Consulta: 13 septiembre 2014]. Disponible en: <[http://www.aashe.org/files/documents/STARS/2.0/stars\\_2.0\\_technical\\_manual\\_-\\_administrative\\_update\\_two.pdf](http://www.aashe.org/files/documents/STARS/2.0/stars_2.0_technical_manual_-_administrative_update_two.pdf)>.
- AGS. Alliance for Global Sustainability. Report on higher education sustainability activities- interim report. En: *AGS* [En línea]. AGS, 2004. [Consulta: 6 junio 2005]. Disponible en: <[http://www.globalsustainability.org/data/download/1/ags\\_highered\\_int\\_rep7-20-04.pdf](http://www.globalsustainability.org/data/download/1/ags_highered_int_rep7-20-04.pdf)>.
- Alberto, K. C. *Três projetos para uma Universidade do Brasil*. Dissertação (Mestrado). Departamento de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2003.
- Alberto, K. C. Três projetos para uma Universidade do Brasil. En: *Seminário Memória, documentação e pesquisa: universidade e os múltiplos olhares de si mesma*. 3-4 abr. 2007. Rio de Janeiro, 2007. [Consulta: 13 octubre 2014]. Disponible en: <<http://www.sibi.ufrj.br/Projeto/Memoria.pdf>>.
- Alberto, K. C. *Formalizando o ensino superior na década de 1960: a cidade universitária da UnB e seu projeto urbanístico*. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Urbanismo. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2008.
- Álvarez Ude, L. Green Building Challenge: evaluación medioambiental en los edificios. En: *Foro Arca. Arquitectura y calidad de vida: perspectivas de futuro, la práctica de la sostenibilidad en la Arquitectura y el Urbanismo*, 16-17 oct. 2003. Barcelona, Actas. Barcelona: CSCAE; COAC, 2003. 1 CD.
- Anink, D.; Boonstra, C.; Mak, J. *Handbook of sustainable building: an environmental preference method for selection of materials for use in construction and refurbishment*. London: James & James, 1996. ISBN 1873936389.
- Araujo Armero, R. El edificio como intercambiador de energía. *Tectónica*, marzo 2009, vol. 28, 4-27. ISSN 1136-0062.
- Araujo, R. La arquitectura y el aire: ventilación natural. *Tectónica*, mayo 2011, vol. 35, 4-19. ISSN 1136-0062.
- Argibay, M.; Celorio, G.; Celorio, J. J. Educación para el desarrollo: el espacio olvidado de la cooperación. *Cuadernos de Trabajo de Hegoa*, Bilbao, n. 19, ago. 1997. [Consulta 26 abril 2014]. Disponible en: <<http://www.ehu.eus/ojs/index.php/hegoa/article/view/10818/10112>>. ISSN 1130-9962.
- ARUP. Palmas Altas Campus. *The Arup Journal*, 2011, vol 46, issue 1, p. 42-59.
- Aroztegui, J. M. *Parâmetros de conforto térmico em Porto Alegre*. Porto Alegre: NORIE - UFRGS, 1977.
- AU. Brises, curvas e horizontalidade. *AU: arquitetura & urbanismo*, ano 23, n.177, dez. 2008, p. 50-59.
- Banham, R. *La arquitectura del entorno bien climatizado*. Buenos Aires: Infinito, 1975. [1.ed: The Architecture of the well-tempered environment. London: The Architectural Press, 1969].
- BCSD Portugal. Conselho Empresarial para o Desenvolvimento sustentável. A eco-eficiência: criar mais valor com menos impacto. En: *BCSD Portugal* [En línea] BCSD Portugal, 2000. [Consulta: 16 maio 2008]. Disponible en: <<http://www.bcsdportugal.org/files/91.pdf>>.
- Blueprint for a Green Campus (1995). Blueprint for a green campus: the campus earth summit initiatives for higher education. Project of The Heinz Family Foundation. En: *Blueprint for a Green Campus* [En línea]. January, 1995. [Consulta: 6 junio 2005]. Disponible en: <<http://www.envirocizen.org/blueprint/blueprint.pdf>>.
- Bosch Gonzales, M. et al. *Avaluació energètica d'edificis: experiència de la UPC*. Barcelona, UPC, 2006. ISBN 84-8301-861-6.
- Brandli, L. L.; Frandoloso, M.; Tauchen, J. A. Improving the environmental work at University of Passo Fundo, Brazil - towards an environmental management system. *BJO&PM. Brazilian Journal of Operations and Production Management*, julio 2011, vol. 8, n. 2., p. 31-54. ISSN 1679-8171.
- Brandli, L. L. et al. The Latin American meeting of sustainable universities (I ELAUS): results and possibilities. En: *ERSCP-EMSU. European Roundtable on Sustainable Consumption and Production & Environmental Management for Sustainable Universities*, Delft - NL, Oct 25-29, 2010. Delft: The Hague University, TUDelft, TNO, Cape Peninsula University of Technology 2010, p. 1-10. ISBN 9789051550658. Disponible en: <<http://repository.tudelft.nl/view/conferencepapers/uuid%3A2ed44c4e-9fd6-4694-8a9a-14398c73b7fb/>>. [378\_Brandli.pdf].
- Braungart, M; McDonough, W. *Cradle to cradle. remaking the way we make things*. London: Vintage Books, 2009. ISBN 9780099535478.
- Brawne, M. *University planning and design: a symposium*. London: Lund Humphries for the Architectural Association, 1967.
- Campos Calvo-Sotelo, P. *Modelos e implantaciones arquitectónicas de universidades*. Tesis de Doctorado. Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid, 1997.
- Campos Calvo-Sotelo, P. *La universidad en España: historia, urbanismo y arquitectura*. Madrid: Centro de Publicaciones, Ministerio de Fomento, 2000. ISBN 8449804728.
- Campos Calvo-Sotelo, P. *Urbanismo y arquitectura en las universidades de la Comunidad de Madrid*. Madrid: Comunidad de Madrid.

Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Dirección General de Urbanismo y Planificación Regional, 2007. ISBN 9788445129906.

Campos, P. La educación, un hecho espacial: el "campus didáctico" como arquitectura para el EEES. En: *La Cuestión Universitaria*, 2009, vol. 5, p. 99-121. [Consulta 06 feb 2012]. Disponible en: <[http://www.lacuestionuniversitaria.upm.es/web/grafica/articulos/imgs\\_boletin\\_5/pdfs/LCU5-10.pdf](http://www.lacuestionuniversitaria.upm.es/web/grafica/articulos/imgs_boletin_5/pdfs/LCU5-10.pdf)>.

Campos Calvo-Sotelo, P. The concept of "Educational Campus" and its application in Spanish universities. En: *CELE Exchange 2010/8* [En línea] OECD, 2010, 1-6. [Consulta: 06 feb 2012]. Disponible en: <<http://www.oecd.org/dataoecd/33/39/45565391.pdf>>. [2010a].

Campos Calvo-Sotelo, P. *Campus - Canarias: urbanismo y arquitectura en las universidades de la Comunidad de Canarias*. Tenerife: Gobierno de Canarias, Consejería de Educación, Universidades, Cultura y Deportes, 2010. ISBN 9788469325704. [2010b].

Carreras, C. La universitat y la ciutat. Barcelona: Universitat de Barcelona, 2001. Model Barcelona, quaderns de gestió, 11. ISBN 84-475-2555-4.

CBCS. Conselho Brasileiro de Construção Sustentável. Aspectos de construção sustentável no Brasil e promoção de políticas públicas. En: CBCS [En línea]. Rio de Janeiro: CBCS, PNUMA, Ministério do Meio Ambiente, nov. 2014. [Consulta 4 abril 2015]. Disponible en: <<http://www.cbcs.org.br/website/aspectos-construcao-sustentavel/show.asp?ppgCode=31E2524C-905E-4FC0-B784-118693813AC4>>.

Charle, C.; Verger, J. *História das universidades*. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1996 (Universitas). ISBN 85-7139-109-2.

CIB. International Council for Research and Innovation in Building and Construction. Agenda 21 on sustainable construction in developing countries. En: *CIB* [En línea]. Pretoria, South Africa, 1999. [Consulta: 20 febrero 2004]. Disponible en: <<http://www.cibworld.nl/pages/begin/Agenda21Book.pdf>>. [Ed. Brasileña: Agenda 21 para a construção sustentável. São Paulo: PCCUSP, 2000].

Chevalier, J. Gheerbrant, A. *Dictionnaire des symboles*. Paris: Jupiter, 1982. ISBN 2.221.50319.8.

Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo. *Nuestro futuro común*. Madrid: Alianza, 1988. ISBN 8420695742.

Coulson, J.; Roberts, P.; Taylor, I. *University planning and architecture: the search for perfection*. New York: Routledge, 2011. ISBN 978-0-415-57110-4.

CRUE. Conferencia de Rectores de Universidades Españolas. El medioambiente en la Universidad. En: *Boletín de Educación Superior*. [En línea]. Madrid: CRUE, n.26, feb-mar 2003. [Consulta el 25 de junio de 2007]. Disponible en: <[http://www.crue.org/Bolet\\_educ\\_ESP26.htm](http://www.crue.org/Bolet_educ_ESP26.htm)>.

Cuchi i Burgos, A. *La qualitat ambiental als edificis*. Barcelona, Generalitat de Catalunya, 2009. ISBN 978-84-393-8210-2.

Cunha, E. G. da; Frandoloso, M. A. L.; Mascaró, J. J. (Org.). *Elementos de arquitetura de climatização natural: método projetual buscando a eficiência energética nas edificações*. 1ª ed. Passo Fundo: UPF, 2003. ISBN 85-751-5157-6; 2ª ed. Porto Alegre: Masquatro Editora, 2006. ISBN 85-99897-03-9.

Deplazes, A. The campus as location and strategy: thumbnail sketches of science city. En: Hoeger, K.; Christiaanse, K. (ed.). *Campus and the city - urban design for the knowledge society*. Zurich: gta Verlag; ETH Zurich, 2007. pp. 35-43. ISBN 978-3-85676-218-6.

Dlouhá, J.; Huising D.; Barton, A. Learning networks in higher education: universities in search of making effective regional impacts. *Journal of Cleaner Production*. June 2013, vol. 49, p. 5-10. ISBN ISSN 0959-6526.

Dober, R. P. *Campus Design*. Hoboken, USA: JohnWiley & Sons, 1992. ISBN 978-0471542582.

Dudek, M.. *Architecture of schools: the new learning environment*. Oxford: Architectural Press, 2000. ISBN 978-0750635851. Chap. 3. Making the case for architecture in schools, p. 72-100.

DWA. The Hague University of Applied Sciences, Delft Campus: The Netherlands' Greenest University of Applied Sciences. En: *DWA installation and energy consultants* [En línea]. Rijnland, 2010 [Consulta: 19 mayo 2011] Disponible en: <<http://www.dwa.nl/uploads/File/Productblad/Haagse%20Hogeschool%20Delft%20Engelse%20versie.pdf>>.

Econo-heat. *Proposta de economia de energia*. Porto Alegre: Econo-heat, 2013. [Plantillas xls].

EMSU 2008. Scientific papers EMSU 2008 [En línea] En: *Environmental Management of Sustainable Universities*. En: *EMSU2008, A new knowledge culture. universities facing global changes for sustainability*. Barcelona, 15-17 oct 2008. Barcelona: UPC; UAB; RCE, 2008. [Consulta: 13 enero 2010]. Disponible en: <[http://emsu.org/www/index.php?option=com\\_content&task=view&id=51&Itemid=65](http://emsu.org/www/index.php?option=com_content&task=view&id=51&Itemid=65)>.

ERSCP-EMSU 2010. Knowledge Collaboration & Learning for Sustainable Innovation EMSU-ERSCP Proceedings. En: *Environmental Management of Sustainable Universities; European Roundtable on Sustainable Consumption and Production*. [En línea] Delft, The Netherlands, 25-29 oct. 2010. Delft, NL: The Hague University; TUDelft, TNO; Cape Peninsula University of Technology, 2010. [Consulta 28 feb. 2011]. Disponible en: <[http://www.erscp-emsu2010.org/file\\_download/?limitstart=5](http://www.erscp-emsu2010.org/file_download/?limitstart=5)>. ISBN 9789051550658.

ERSCP-EMSU 2013. Bridges for a more sustainable future: uniting continents and societies. En: *Environmental Management of Sustainable Universities; European Roundtable on Sustainable Consumption and Production*. [En línea] Istanbul, Turkey, 4-7 jun. 2013. Istanbul: Bogaziçi University, 2013. [Consulta 28 sep. 2013]. Disponible en: <<http://www.erscp-emsu2013.org/Default.asp>>. ISBN 9789051550658.

Etheridge, D. *Natural ventilation of buildings: theory, measurement and design*. 1ª ed. Hoboken, USA, John Wiley & Sons, 2012. ISBN: 978-0-470-66035-5.

Evans, B. Energy lessons from school. *The Architect's Journal*, London, p. 42-44, 20 apr. 1995.

FENERCON. Comunidad de Madrid. Guía de ahorro y eficiencia energética en oficinas y despachos. En: *Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid* [En línea]. Madrid: FENERCON, 2007 [Consulta: 8 mayo 2008]. Disponible en: <<http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/guia-de-ahorro-y-eficiencia-energetica-en-oficinas-y-despachos-fenercom.pdf>>.

Ferrer, D. et al. Memoria de actividades de Medio Ambiente 2003/2004. En: *Web de Medi Ambient* [En línea] Barcelona: Oficina de Coordinación del Pla de Medio Ambiente, 2004. [Consulta: 20 marzo 2006]. Disponible en: <[www.upc.es/mediambient/documents/documents](http://www.upc.es/mediambient/documents/documents)>. [Memo-Medi-Ambient\_0304cast.pdf].

- Ferrer-Balas et al. Advances in education transformation towards sustainable development at the Technical University of Catalunya, Barcelona. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 2004, vol. 5, issue 3, p. 251-266. ISSN 1467-6370.
- Fraga, K. T. *Avaliação da sustentabilidade ambiental da Universidade de Passo Fundo*. Dissertação Mestrado, Universidade de Passo Fundo, Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Programa de Pós-Graduação em Engenharia: infra-estrutura e meio ambiente, Passo Fundo, 2011. [Disponível em: <<http://www.ppgeng.upf.br/images/stories/2009%20kellen%20fraga.pdf>>].
- Frandonoso, M. A. L. *Crîtérios de projeto para escolas fundamentais bioclimáticas*. Orientação de Mascaró, Lucia Elvira Alicia Raffo de. Dissertação. Dissertação Mestrado em Economia e Habitabilidade na Arquitetura, 2001. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura. Porto Alegre: UFRGS, Faculdade de Arquitetura, 2002. [Consulta 06 nov. 2013]. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/2955>>.
- Frandonoso, M. A. L. Hacia la inclusión de criterios medioambientales en los edificios universitarios, desde el proyecto hasta su uso. En: Wickert, A. P. (org.). *Arquitectura e urbanismo em debate*. Passo Fundo: Ed. UPF, 2005. p. 326-345. ISBN 857515326-9.
- Gaines, T. A. *The Campus as a work of art*. Westport; London: Praeger, 1991. ISBN 0275939677.
- Halac, R.; Schiller, S.; Venturini. Sustainable Universities: new knowledge and innovative actions. En: *SB05 Tokyo Action for Sustainability, The 2005 World Sustainable Building Conference*, Tokyo, 24-29 Sept 2005, p. 2316-2322. Tokyo: SB05Tokyo National Conference Board. [Consulta: 17 Dec 2012]. Disponível em: <<http://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB3887.pdf>>.
- Habitat Futura. *San Cristóbal de Los Angeles: rehabilitación sostenible*. Madrid, n. 31, abril de 2011, p. 38-44. [2011a].
- Habitat Futura. *PCITAl Gardeny. Parque Científico Tecnológico Agroalimentario: rehabilitación sostenible*. Madrid, n. 32, mayo de 2011, p. 56-61. [2011b].
- Halila, F.; Tell, J. Creating synergies between SMEs and universities for ISO 14001 certification. *Journal of Cleaner Production*. June 2013, vol. 48, p. 85-92. ISBN ISSN 0959-6526.
- Hawkes, D. *The environmental tradition: studies in the architecture of environment*. London: E&FN Spon, 1996. ISBN 0-419-19900-4.
- Hertzberger, H. *Space as learning*. Rotterdam, The Netherlands: 010 Publishers, 2008. ISBN 978-9064506444.
- Hoeger, K. Campus and the city - a joint venture? En: Hoeger, K.; Christiaanse, K. (ed.). *Campus and the city - urban design for the knowledge society*. Zurich: gta Verlag; ETH Zurich, 2007, p. 13 - 23. ISBN 978-3-85676-218-6.
- Hoeger, K.; Christiaanse, K. (ed.). *Campus and the city - urban design for the knowledge society*. Zurich: gta Verlag; ETH Zurich, 2007. ISBN 978-3-85676-218-6.
- IJSHE. International Journal of Sustainability in Higher Education. Special Issue: Competences for sustainable development and sustainability: significance and challenges for ESD. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 2010, vol. 11 issue 4, p. 308-403. ISSN 1467-6370.
- Illich, I. *Energía y equidad: desempleo creador*. México: Ed. Posada, 1978. ISBN 968-433-011-1.
- Jansen, L. The challenge of sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, 2003, vol. 11, issue, pp. 231-245. ISSN 0959-6526.
- JCP. Journal of Cleaner Production. Special volume: knowledge collaborative and learning for sustainable innovation. Environmental management for sustainable universities (EMSU) 2010. *Journal of Cleaner Production*, vol 48, June 2013, Pages 3-165. ISSN 0959-6526.
- Kibert, C. J.; Sendzimir, J.; Bradley Guy, G. (Ed). *Construction ecology: nature as the basis for green buildings*. London: Spon Press, 2001. ISBN 0-415-26092-2.
- Kibert, C. J. *Sustainable construction: green building design and delivery*. Hoboken, USA: John Wiley & Sons, 2005. ISBN 0-471-66113-9.
- Koester, R.J.; Effin, J.; Vann, J. Greening the campus: a whole-system approach. *Journal of Cleaner Production*, 2006, vol. 14, issue 9-11, p. 769-779. ISSN 0959-6526.
- Leal Filho, W. (Ed.). *Sustainability and university life*. 2nd rev. ed. Frankfurt/M., Berlin, Bern, Bruxelles, New York, Oxford, Wien: Peter Lang, 2000. ISBN 978-3-631-36810-7.
- Leal Filho, Walter (Ed.). *Sustainability at universities - opportunities, challenges and trends*. Frankfurt am Main, Berlin, Bern, Bruxelles, New York, Oxford, Wien, 2009. Environmental Education, Communication and Sustainability. Vol. 31. ISBN 978-3-631-59690-6.
- Leal Filho, W. (Ed.). *Sustainable development at universities: new horizons*. Frankfurt am Main, Berlin, Bern, Brussels, New York, Oxford, Vienna: Peter Lang Scientific Publishers, 2012. ISBN 978-3-631-62560-6.
- Leal Filho, W. The United Nations Decade of Education for Sustainable Development: lessons learnt and needs to be met. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 2014, v. 15 Iss: 2. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/IJSHE-01-2014-0001>.
- Lee, S. (ed.) *Aesthetics of Sustainable Architecture*. Rotterdam, The Netherlands: 010 Publishers, 2011. Introduction, p. 7-25. ISBN 978-9064507526.
- López de Asiain Alberich, M. *La formación medioambiental del arquitecto: hacia un programa de docencia basado en la Arquitectura y el Medioambiente*. Tesis de Doctorado en Energía y Medio Ambiente en la Arquitectura. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Construccions Arquitectòniques I. Barcelona, 2005. [Consulta: 12 enero 2008]. Disponível em: <<http://tdx.cat/handle/10803/6119>>.
- Lozano, R. Incorporation and institutionalization of SD into universities: breaking through barriers to change. *Journal of Cleaner Production*, 2006, vol. 14, issue 9-11, p. 787-796. ISSN 0959-6526.
- Lozano, R.; Young, W. Assessing sustainability in university curricula: exploring the influence of student numbers and course credits. *Journal of Cleaner Production*, June 2013, vol. 49, p. 134-141. ISSN 0959-6526.
- Lozano García, F. J., Kevany, K.; Huising, D. (Ed.). Sustainability in higher education: what's happening?. *Journal of Cleaner Production*, 2006, vol. 14, issue 9-11, p. 757-760. ISSN 0959-6526.
- Lukman, R.; Krajnc, D.; Glavič, P. 2010. University ranking using research, educational and environmental indicators. *Journal of Cleaner Production*. May 2010, vol. 18, issue 7, p. 619-628. ISBN ISSN 0959-6526.

- MMU – Manchester Metropolitan University. *Your guide to the Biley Building: a world-class university campus*. Manchester: MMU, 2014. [2014a].
- MMU – Manchester Metropolitan University. *Environmental Sustainability Policy: Let's make a sustainable planet*. En: *MMU and the Environment. MMU's Policies and report* [En línea]. Manchester: MMU, 2014. [Consulta: 5 sept. 2014]. Disponible en: <<http://www.mmu.ac.uk/environment/policies/>>. [2014b].
- MMU – Manchester Metropolitan University. *Annual Environmental Sustainability Statement 2012-13*. En: *MMU and the Environment. MMU's Policies and report* [En línea]. Manchester: MMU, feb. 2014. [Consulta: 5 sept. 2014]. Disponible en: <<http://www.mmu.ac.uk/environment/policies/>>. [2014c].
- Moore, J. Seven recommendation for creating sustainability education at the university level: a guide for change agents. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 2005, vol. 6, issue 4, p. 326-339. ISBN 1467-6370.
- Naredo, J. M. Sobre el origen, el uso y el contenido del termino sostenibilidad. En: *Biblioteca CF+S - Ciudades para un futuro más sostenible* [En línea]. 30 junio 1997. [Consulta: 18 febrero 2004]. Disponible en: <<http://habitat.aq.upm.es/cs/p2/a004.html>>.
- Odum, H. T. *Ambiente, energía y sociedad*. Barcelona: Blume, 1980. Blume Ecología, 10. ISBN 8470313275.
- OIUDSMA. Organización Internacional de Universidades por el Desarrollo Sostenible y el Medio Ambiente. En: *OIDUSMA. Organización Internacional de Universidades por el Desarrollo Sostenible y el Medio Ambiente* [En línea]. OIDUSMA, 2007. [Consulta: 25 junio 2007]. Disponible en: <<http://www.ugr.es/~oiudsma/Welcome.htm>>.
- Olgay, V. *Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. ed. española. Barcelona: Gustavo Gili, 1998. ISBN 84-252-1488-2. [1. ed.: Design with climate: bioclimatic approach to architectural regionalism. Princeton: University Press, 1963].
- Pavesi, A. Campi universitários: um compêndio de ideias para seu planejamento. En: *Anais: Seminário de História da Cidade e do Urbanismo. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, vol. 11, n. 2, 2010. [Consulta: 13 oct. 2014]. Disponible en: < Disponible en: <<http://www.anpur.org.br/revista/rbeur/index.php/shcu/article/view/1315>>.
- Pérez Forquet, A.; Velo, E. (Coord.). *Noves visions del Desenvolupament i la Cooperació*. Global Dimension in Engineering. Integrar el Desenvolupament Humà i Sostenible a l'ensenyamentènic. Cap. 4. Barcelona: UPC 2014.
- Pérez Parilla, S. T. Universidad y ciudad: la universidad como parte integrante de la estructura urbana: el caso de Salamanca. En: *Universidad y ciudad: la construcción del espacio universitario*. Las Palmas: Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 1989, p. 47-54. ISBN 845058938X.
- Perkins, B. *Building type basics for elementary and secondary schools*. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 2010. ISBN 978-0470225486.
- Pinto, G. de A.; Buffa, E. *Arquitetura educacional: câmpus universitários brasileiros*. São Carlos – SP: EDUFSCar, 2009. ISBN 978-85-7600-178-2.
- PROCEL. Avaliação do mercado de eficiência energética do Brasil: pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso - ano base 2005, classe comercial - alta tensão. relatório setorial: instituições de ensino. En: *PROCEL Info* [En línea] Rio de Janeiro: ELETROBRÁS/PROCEL, 2008. PROCEL\_comercial\_AT\_instituicoes.pdf. Disponible en: <<http://www.procelinfo.com.br>>.
- ProjetoDesign. Implantação, estrutura e brises singularizam edificio no contexto local. *ProjetoDesign*, n. 288, fev. 2004, p.48-53.
- Rivero, R. *Arquitetura e clima: acondicionamento térmico natural*. Porto Alegre: DC Luzzatto/Ed. Da Universidade – UFRGS, 1985.
- Roca Blanch, E. (org.). *Campus de la Diagonal: un projecte urbà*. Barcelona: Ajuntament de Barcelona, Universitat de Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya, 2009. ISBN 978-84-475-3381-7.
- Roorda, N. *AISHE. Auditing Instrument for Sustainability in Higher Education*. English text. Dutch Committee on Sustainable Higher Education. Amsterdam, NL: DHO, 2001.
- Roorda, N. Assessment, policy development & certification of education for sustainable development: AISHE 2.0. En: *EMSU2008 Conference contributions. Environmental management of Sustainable Universities*, 5, Barcelona, 15-17 Oct. 2008. Barcelona: UPC/UAB/RCE, 2008. p. 47-58. 1 Pen-drive.
- Roorda, N. *Sailing on the winds of change. the odyssey to sustainability of the Universities of Applied Science in the Netherlands*. PhD Thesis, Universitaire Pers Maastricht. Tilburg/Masstricht, NL: Datawyse/Universitaire Pers Maastricht, 2010. [Consulta 20 julio 2012]. Disponible en: <<http://arno.unimaas.nl/show.cgi?fid=20168>>. ISBN 978-90-5278980-4.
- Roorda, N. *Fundamentals of Sustainable Development*. New York – London: Routledge, 2012. ISBN-13: 978-1849714198.
- Rovira, J. M. (ed.). *Sert, 1928-1979 obra completa: medio siglo de arquitectura*. Barcelona: Fundació Joan Miró, 2005. ISBN 84-933928-6-3.
- RSH-P. Campus Palmas Altas. En: *Rogers Stirk Harbour+Partners* [En línea]. 2011 [Consulta: 12 mayo 2011]. Disponible en: <[http://www.rsh-p.com/Asp/uploadedFiles/Image/4990\\_Seville/RSHP\\_A\\_JS\\_4990\\_L\\_S\\_MP](http://www.rsh-p.com/Asp/uploadedFiles/Image/4990_Seville/RSHP_A_JS_4990_L_S_MP)>.
- Sanoff, H. *School design*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1994. ISBN 978-0471284789. Chap. 4. Higher education environments, p. 139-173.
- Scheuer, C.; Keoleian, G. A.; Reppe, P. Life cycle energy and environmental performance of a new university building: modeling challenges and design implications. *Energy and buildings*. v. 35. Issue 10, nov. 2003. p. 1049-1064. London: Elsevier. doi:10.1016/S0378-7788(03)00066-5. ISSN 0378-7788.
- Sedlacek, S. The role of universities in fostering sustainable development at regional level. *Journal of Cleaner Production*. June 2013, vol. 48, p. 74-84. ISSN 0959-6526.
- Segre, R; Barki, J. O campus da Universidade Federal do Rio de Janeiro: uma história sem fim. En: *Anais: Seminário de História da Cidade e do Urbanismo. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, vol. 11, n. 2, 2010. [Consulta: 13 oct. 2014]. Disponible en: <<http://www.anpur.org.br/revista/rbeur/index.php/shcu/article/view/1316>>.
- SquadraArquitetura. Prédio UNILASALLE - Manaus está pronto. En: *SquadraArquitetura* [En línea]. SquadraArquitetura, 2008. [Consulta: 12 jun

- 2011]. Disponible en: <<http://squadraarquitectura.blogspot.com.br/2008/04/inaugura-17-de-maio.html>>.
- Steele, J. *Sustainable architecture: principles, paradigms and case studies*. New York: McGraw-Hill, 1997. ISBN 9780070609495.
- Stephens, J. C. et al. Higher education as a change agent for sustainability in different cultures and contexts. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 2008, vol. 9, issue 3, p. 317 – 338. ISBN 1467-6370.
- Tectónica. *Remodelación de edificio para oficinas en el distrito 22@ Barcelona*. Madrid, n.28 [Energía (I) Fundamentos], 2009, p.28-43.
- Turner, P. V. *Campus: an American planning tradition*. Paperback ed. Cambridge, MA: The MIT Press, 1987. ISBN 0262700328.
- ULSF. University Leaders for a Sustainable Future. *Declaración de Talloires: declaración de líderes de universidades para un futuro sostenible*. En: ULSF. [En línea]. ULSF, 1990 [Consulta: 14 enero 2005]. Disponible en: <[http://www.ulsf.org/pdf/Spanish\\_TD.pdf](http://www.ulsf.org/pdf/Spanish_TD.pdf)>.
- UNESCO. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Education for Sustainable Development. *Draft International Implementation Scheme for the UN Decade of Education for Sustainable Development (2005-2014)*. En: UNESCO [En línea]. UNESCO, 2004 [Consulta: 14 enero 2005]. Disponible en: <[http://portal.unesco.org/education/admin/file\\_download.php/Final+IIS.pdf?URL\\_ID=36026&filename=10994104393Final\\_IIS.pdf&filetype=application%2Fpdf&filesize=834142&name=Final+IIS.pdf&location=user-S/](http://portal.unesco.org/education/admin/file_download.php/Final+IIS.pdf?URL_ID=36026&filename=10994104393Final_IIS.pdf&filetype=application%2Fpdf&filesize=834142&name=Final+IIS.pdf&location=user-S/)>.
- UNESCO. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Shaping the Education of Tomorrow 2012 Full-length Report on the UN Decade of Education for Sustainable Development. En: UNESCO [En línea]. Paris: UNESCO, 2012 [Consulta: 23 oct 2014]. Disponible en: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002164/216472E.pdf>>.
- UNESCO. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. *Shaping the Future We Want. UN Decade of Education for Sustainable Development (2004-2014). Final Report*. En: UNESCO [En línea]. Paris: UNESCO, 2014 [Consulta: 19 nov. 2014]. Disponible en: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002301/230171e.pdf>>. ISBN 978-92-3-100053-9.
- Universidad de Sevilla. Primer Foro de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Sevilla. *Universidad y ciudad: arquitectura de la universidad hispalense*. Sevilla: Universidad de Sevilla, Secretariado de Sevilla, 2002. ISBN 8447207463. Colección Arquitectura, 23.
- Velazquez, L. et al. Sustainable university: what can be the matter? *Journal of Cleaner Production*, 2006, vol. 14, issue 9-11, p. 810-819. ISBN 0959-6526.
- van Den Dool, M. A. Academy of Engineering Delft: the next generation of educational buildings. En: Workshop Towards sustainable university buildings. *ERSCP-EMSU 2010, Delft, NL, October 25-29, 2010*. Delft, NL: TUDelft/The Hague University, 2010.
- Wadel Raina, G. *La sostenibilidad en la arquitectura industrializada: la construcción modular ligera aplicada a la vivienda*. Tesis doctoral. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Construccions Arquitectòniques I. Barcelona: UPC, 2009.
- Wadel, G; Avellaneda, J; Cuchi, A. La sostenibilidad en la arquitectura industrializada: cerrando el ciclo de los materiales. *Informes de la construcción*, ene-mar 2010, vol. 62, núm. 517, p. 37-51. [Consulta: 21 abr. 2011]. Disponible en: <<http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/806/892>>. ISSN 0020-0883.
- Zsóka, Á. et al. Greening due to environmental education? environmental knowledge, attitudes, consumer behavior and everyday pro-environmental activities of Hungarian high school and university students. *Journal of Cleaner Production*, June 2013, vol. 48, p. 126-138. ISSN 0959-6526.

## Apéndice B

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR ISO 14001: Sistemas de Gestão Ambiental. Especificação e diretrizes para uso*. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 15220: desempenho térmico de edificações*. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 16401-2: instalações de ar-condicionado. sistemas centrais e unitários. parte 2: parâmetros de conforto térmico*. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR ISO 50001:2011: sistemas de gestão da energia (SGE)*. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 15575: edifícios habitacionais - desempenho*. Rio de Janeiro: ABNT, 2013. [1ª versión 2008 - NBR 15575: edifícios habitacionais de até cinco pavimentos - desempenho].
- Abreu A. L. P. de. *Método estimativo da temperatura interna de edificações residenciais em uso*. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC, 2004.
- AEC. Alternative Energy Corporation. *Daylight classroom buildings*. North Carolina, 1991.
- AENOR. Asociación Española de Normalización y Certificación. *UNE-EN ISO 7730:2006: Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local (ISO 7730:2005)*. Madrid: AENOR, 2006.
- AICIA. Asociación de Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía; España. Ministerio de Fomento; Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía – IDAE. EG: manual del usuario. En: *IDAE* [En línea]. Madrid, 2001. [Consulta: 1 febrero 2005]. Disponible en: <[http://www.codigotecnico.org/espa/cte/Manual\\_EG.pdf](http://www.codigotecnico.org/espa/cte/Manual_EG.pdf)>. [2001a].
- AICIA. Asociación de Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía; España. Ministerio de Fomento; Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía – IDAE. Herramienta de cálculo de la demanda energética: manual del usuario. En: *IDAE* [En línea]. Madrid, 2001. [Consulta: 25 octubre 2004]. Disponible en: <<http://www.codigotecnico.org/espa/cte/ManualUsuario.pdf>>. [2001b].
- AICIA. Asociación de Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía; España. Ministerio de Fomento; Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía – IDAE. Programa CALENER: calificación energética de edificios. En: *IDAE* [En línea]. Madrid, 2002. [Consulta: 1 febrero 2005]. Disponible en: <<http://www.codigotecnico.org/espa/programas.htm>>. Software. iCALENER\_V202c.exe.
- AICIA. Asociación de Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía; España. Ministerio de Fomento; Instituto para la Diversificación y

Ahorro de la Energía – IDEA. Entrada grafica de edificios: EG. En: *IDAE* [En línea]. Madrid, 2003. [Consulta: 1 febrero 2005]. Disponible en: <<http://www.codigotecnico.org/esp/programas.htm>>. Software. v.2.0.

AICIA. Asociación de Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía; España. Ministerio de Fomento; Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía - IDAE. Programa iLIDER: limitación de la demanda energética. En: *IDAE* [En línea]. Madrid, 2005. [Consulta: 30 abril 2005]. Disponible en: <<http://www.codigotecnico.org/esp/programas.htm>> Software. iLIDER.exe. v.99A.

Andreasi, W. A.; Lamberts, R. Thermal comfort in buildings located in regions of hot and humid climate of Brazil. En: NCEUB Conference. *Windsor 2006. Comfort and energy use in buildings getting them right. Windsor, UK, April 27-30, 2006*. [Consulta: 17 jul 2010]. London: NCEUB, 2006. Disponible en: <<http://nceub.greenlux.org/uploads/Andreasi.pdf>>.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Manual para a elaboração do programa de eficiência energética. En: *ANEEL* [En línea] Brasília-DF: ANEEL/SPE, 2008. [Consulta: 08 mar 2012]. Disponible en: <[http://www.aneel.gov.br/cedoc/aren2008300\\_2.pdf](http://www.aneel.gov.br/cedoc/aren2008300_2.pdf)>.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012. En: *ANEEL* [En línea] Brasília-DF: ANEEL, 2012. [Consulta: 21 nov. 2014]. Disponible en: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – RE/ANVISA nº 9, de 16 de janeiro de 2003. En: *ANVISA* [En línea]. Brasília: ANVISA, 2003. [Consulta 21 noviembre 2014]. Disponible en: <[http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/d094d3004e5f8dee981ddcd762e8a5ec/Resolucao\\_RE\\_n\\_09.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/d094d3004e5f8dee981ddcd762e8a5ec/Resolucao_RE_n_09.pdf?MOD=AJPERES)>.

ASHRAE. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. *2001 ASHRAE Handbook: fundamentals*. Atlanta – USA: ASHRAE, 2001.

ASHRAE. American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers. *ASHRAE Standard 55: Thermal environmental conditions for human occupancy*. Atlanta - USA: ASHRAE, 2004.

ASHRAE. American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers. *2009 ASHRAE Handbook fundamentals*. Atlanta - USA: ASHRAE, 2009.

Attia, S. et al. "Architect friendly": a comparison of ten different building performance simulation tools. En: *Building Simulation 2009. Eleventh International IBPSA Conference, Glasgow, Scotland, July 27-30, 2009*, p. 204-211. [Consulta 12 abril 2012]. IBPSA, 2008. Disponible en [http://www.ibpsa.org/proceedings/BS2009/BS09\\_0204\\_211.pdf](http://www.ibpsa.org/proceedings/BS2009/BS09_0204_211.pdf)

Attia, S. et al. Selection criteria for building performance simulation tools: contrasting Architects and Engineers needs. *Journal of Building Performance Simulation*, vol. 5, n. 3, 2012, p. 155-169. ISSN 1940-1493.

Azpilicueta, E. Hacia un óptimo energético. instalaciones y energia. *Tectónica*, febrero 2010, vol. 31, p. 6-31. ISSN 1136-0062.

Awbi, H.B. Ventilations of Buildings. En: Spon, E., Spon, F.N. (Eds.). *Air Infiltration & Natural Ventilation*. London: Routledge, 1998. p. 60–97.

Barroso-Krause, C. *Desempenho Térmico e Eficiência Energética em Edificações*. Rio de Janeiro: PROCEL Edifica, agosto/2011.

Bermann, C. Expert opinion on safety aspects of the Angra 3 nuclear project. En: *Greenpeace Brasil* [En línea]. Germany: Urgewald/Greenpeace/Campact, Feb. 2012. [Consulta 2 mayo 2012]. Disponible en: <<http://www.greenpeace.org/brasil/Global/brasil/report/2012/Estudo%20Angra%203-garantia%20Hermes%20-%2020CB.pdf>>.

Boermans, T. et al. Principles for nearly zero-energy buildings. *Paving the way for effective implementation of policy requirements: Buildings Performance Institute Europe (BPIE)*. BPIE, nov. 2011. ISBN 9789491143021. [Consulta: 18 noviembre 2014]. Disponible en: <[http://www.bpie.eu/documents/BPIE/publications/HR\\_nZEB%20study.pdf](http://www.bpie.eu/documents/BPIE/publications/HR_nZEB%20study.pdf)>.

Bosch Gonzales, M. et al. *Avaluació energètica d'edificis: experiència de la UPC*. Barcelona, UPC, 2006. ISBN 84-8301-861-6.

Brasil. Ministério do Trabalho. *NR 17 - ergonomia*. Portaria GM n.º 3.214, de 08 de junho de 1978; atualizada pela Portaria SIT n.º 13, de 21 de junho de 2007.

Brasil. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO. *Portaria INMETRO 185/2009 de 22 de junho de 2009*. En: *INMETRO* [En línea]. [Consulta: 4 diciembre 2012]. Disponible en: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001465.pdf>>.

Brasil. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO. *Portaria INMETRO 372/2010 de 17 de setembro de 2010*. En: *INMETRO* [En línea]. [Consulta: 4 diciembre 2012]. Disponible en: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001599.pdf>>.

Brasil. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO. *Portaria INMETRO 122/2011 de 15 de março de 2011*. En: *INMETRO* [En línea]. [Consulta: 4 diciembre 2012]. Disponible en: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001680.pdf>>. [2011a]

Brasil. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético. Departamento de Desenvolvimento Energético. Plano nacional de eficiência energética: premissas e diretrizes básicas. En: *Ministério de Minas e Energia* [En línea]. Brasília, 18 de octubre de 2011. [Consulta: 11 febrero 2013]. Disponible en: <<http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/PlanoNacEfiEnergetica.pdf>>. [2011b].

Brasil. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético. Departamento de Desenvolvimento Energético. Plano nacional de eficiência energética: premissas e diretrizes básicas. En: *Ministério de Minas e Energia* [En línea]. Brasília, 18 de octubre de 2011. [Consulta: 11 febrero 2013]. Disponible en: <<http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/PlanoNacEfiEnergetica.pdf>>.

Brasil. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO. *Portaria INMETRO 18/2012 de 16 de janeiro de 2012*. En: *INMETRO* [En línea]. [Consulta: 9 febrero 2013]. Disponible en: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001788.pdf>>. [2012a].

Brasil. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO. *Portaria INMETRO 248/2012 de 15 de mayo de 2012*. En: *INMETRO* [En línea]. [Consulta: 9 febrero 2013]. Disponible en: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001829.pdf>>. [2012b].



Brasil. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO. *Portaria n.º 50, de 01 de fevereiro de 2013*. En: *INMETRO* [En línea]. [Consulta: 25 noviembre 2014]. Disponible en: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001961.pdf>>. [2013a].

Brasil. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO. *Portaria n.º 299, de 19 de junho de 2013*. En: *INMETRO* [En línea]. [Consulta: 25 noviembre 2014]. Disponible en: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001982.pdf>>. [2013b]

Brasil. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação. *Instrução normativa (IN) Nº02, de 04 de junho de 2014*. En: *DataPrev* [En línea]. [Consulta: 25 noviembre 2014]. Disponible en: <<http://www010.dataprev.gov.br/sislex/paginas/38/MPOG/2014/2.htm>>.

BSI. Una comparación entre ISO 14001 e ISO 50001 En: *BSI Group Iberia* [En línea]. Madrid/Barcelona: BSI, 7 noviembre 2011 [Consulta: 19 marzo 2012]. Disponible en: <[http://www.bsigroup.es/upload/Technical%20articles/DiferenciasEntreISO14001\\_ISO50001.pdf](http://www.bsigroup.es/upload/Technical%20articles/DiferenciasEntreISO14001_ISO50001.pdf)>.

Candas, V., Dufour, A. Thermal comfort: multisensory interactions?. *Japan Society of Physiological Anthropology, Journal of Physiological anthropology and Applied Human Science*, Jan. 2005, vol. 24, n. 1, p. 33-36. ISSN 1345-3475.

Carlo, J. C. *Desenvolvimento de Metodologia de Avaliação da Eficiência Energética do Envolvimento de Edificações Não-residenciais*. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PPGEC, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC, 2008. [Consulta: 22 abr. 2011]. Disponible en: <[http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/teses/TESE\\_Joyce\\_Correna\\_Carlo.pdf](http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/teses/TESE_Joyce_Correna_Carlo.pdf)>.

CBCS. Conselho Brasileiro de Construção Sustentável. Aspectos de construção Sustentável no Brasil e promoção de políticas públicas. En: CBCS [En línea]. Rio de Janeiro: CBCS, PNUMA, Ministério do Meio Ambiente, nov. 2014. [Consulta 4 abril 2015]. Disponible en: <<http://www.cbcs.org.br/website/aspectos-construcao-sustentavel/show.asp?ppgCode=31E2524C-905E-4FC0-B784-118693813AC4>>.

CB3e - Centro Brasileiro de Eficiência Energética em Edificações – UFSC. *Manual para etiquetagem de edificações públicas*: Gestor Público. Rio de Janeiro: CB3E, Inmetro, PROCEL-EDIFICA, Eletrobras, 2014.

CEN. European Committee for Standardisation. *CEN Standard EN15251: Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics* Bruxelles: European Committee for Standardisation, 2007.

Claridge, D. E. Building simulation for practical operational optimization. En: Hensen, J. L. M.; Lamberts, R. (Ed). *Building performance simulation for design and operation*. London: Spon Press, 2011. Chap. 13, 365-401. ISBN: 978-0-415-47414-6.

Charles, K. E. Fanger's thermal comfort and draught models. En: *IRC Research Report RR-162*. [En línea] Canada: NRC-CNRC, Oct. 2003. [Consulta: 09 abr. 2009]. Disponible en: <<http://www.nrc-cnrc.gc.ca/obj/irc/doc/pubs/rr/rr162/rr162.pdf>>.

Cruz, A. B. de S. et al. Avaliação da sustentabilidade energética e ambiental em edificações. En: Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável. 1. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. 10. São Paulo. *Anais...* São Paulo, 2004. 1 CD.

Cuchi i Burgos, A. *La qualitat ambiental als edificis*. Barcelona, Generalitat de Catalunya, 2009. ISBN 978-84-393-8210-2.

Cuchi Burgos, A.; López Plazas, F. Energy consumption for Technical University of Catalonia (UPC) buildings. En: *World Renewable Energy Congress*, 8, Denver, USA. Aug. 29- Sep. 3, 2004. Golden: National Renewable Energy Laboratory, 2004.

de Dear, R. Thermal comfort in practice. *Indoor Air*, Aug. 2004, vol. 14, Issue Supplement s7, p. 32-9. ISSN 0905-6947. [DOI:10.1111/j.1600-0668.2004.00270.x].

de Dear, R.J.; Brager, G.S. Developing an adaptive model of thermal comfort and preference. *ASHRAE Technical Data Bulletin*. Atlanta - USA: ASHRAE, 1998, vol. 14, n.1, p. 27-49. ISSN 0884-0490.

de Dear, R., Brager, G. S. The adaptive model of thermal comfort and energy conservation in the built environment. *International Journal of Biometeorology*. Jul. 2001, vol. 45, n. 2, p. 100-108. ISSN 0020-7128.

de Dear, R. J., Brager, G.S. Thermal comfort in naturally ventilated buildings: revisions to ASHRAE Standard 55. *Energy and Buildings*, July 2002, vol. 34, p. 549–561. ISSN 0378-7788. Special Issue on Thermal Comfort Standards.

de Donato, S. R., Graziani, M. Mainetti, S. Evaluation of the predictive value of Fanger's PMV index study in a population of school children. predicted mean vote. *La Medicina del Lavoro*, Jan-Feb. 1996, vol. 87, n. 1, p. 51-62. ISSN 0025-7818.

Didoné, E. V., Wagner, A., Pereira, F. O. R. Estratégias para edifícios de escritórios energia zero no Brasil com ênfase em BIPV. *Ambiente Construído*, jul./set 2014, vol. 14, n. 3, p. 27-42. ISSN 1678-8621. DOI <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-86212014000300003>.

Diputació de Barcelona. Servei del Medi Ambient. *Auditoria energética II: instal·lacions i edificis*. Barcelona, la Diputació, 1986. ISBN 84-505-3989-7.

DOE. Department of Energy - USA. Energy Plus. EnergyPlus v.2.2 updated 22 April 2008. Software. En: *Energy Efficiency & renewable Energy. US Department of Energy*. [En línea]. USA: DOE, 2008. [Consulta: 25 mayo de 2009]. Disponible en: <[http://www.eere.energy.gov/buildings/energyplus/cfm/reg\\_form.cfm](http://www.eere.energy.gov/buildings/energyplus/cfm/reg_form.cfm)>.

DOE. Department of Energy - USA. *Building Energy Software Tools Directory* En: *Energy Efficiency & Renewable Energy. US Department of Energy*. [En línea]. USA: DOE, 2010. [Consulta 01 octubre 2010]. Disponible en: <[http://apps1.eere.energy.gov/buildings/tools\\_directory/](http://apps1.eere.energy.gov/buildings/tools_directory/)>.

Ecofys; Politecnico di Milano/eERG; University of Wuppertal. Towards nearly zero-energy buildings. Definition of common principles under the EPBD. Final report. Project number: BESDE10788. En: *European Comisión. Energy Strategy for Europe* [En línea]. European Comisión, 14 february 2013. [Consulta: 17 nov. 2014] Disponible en: <[http://ec.europa.eu/energy/efficiency/buildings/doc/nzeb\\_full\\_report.pdf](http://ec.europa.eu/energy/efficiency/buildings/doc/nzeb_full_report.pdf)>

ELETRORBRAS. PROCEL-EDIFICA. Portal Edificações. Apresentação. En: *PROCEL Info*. [En línea] Rio de Janeiro: PROCEL/ELETRORBRAS, 2012. [Consulta: 08 mar 2012]. Disponible en: <[http://www.rutledgeenvironmental.com/hottopics/perform.pdf](http://www.eletrorbras.com/elb/main.asp?ViewID={F9A71E97-D6DA-4EB4-84DF-1097E8EC081D}></a>>.</p>
<p>EPA. United States Environmental Protection Agency. Indoor air quality and student performance. En: <i>EPA. Indoor Air Quality</i> [En línea]. Washington: EPA, Aug. 2000. [Consulta: 11 feb. 2009]. Disponible en: <<a href=)>.

EPA. United States Environmental Protection Agency. Indoor air quality & student performance. En: *EPA. Indoor Air Quality* [En línea]. Washington: EPA, Sept 2003. [Consulta: 22 feb. 2009]. Disponible en: <[http://www.epa.gov/iaq/schools/pdfs/publications/iaq\\_and\\_student\\_performance.pdf](http://www.epa.gov/iaq/schools/pdfs/publications/iaq_and_student_performance.pdf)>. [2003a].

EPA. United States Environmental Protection Agency. Energy efficiency and Indoor air quality in schools. En: *EPA. Indoor Air Quality* [En línea]. Washington: EPA, Aug. 2003. [Consulta: 22 feb. 2009]. Disponible en: <[http://www.epa.gov/iaq/schools/pdfs/publications/ee\\_iaq.pdf](http://www.epa.gov/iaq/schools/pdfs/publications/ee_iaq.pdf)>. [2003b].

EPE. Empresa de Pesquisa Energética Projeto da usina hidrelétrica de Belo Monte: fatos e dados - 2011. En: *EPE* [En línea] Rio de Janeiro: EPE, fevereiro 2011. [Consulta 4 mayo 2012]. Disponible en: <<http://www.epe.gov.br/leiloes/Documents/Leil%C3%A3o%20Belo%20Monte/Belo%20Monte%20-%20Fatos%20e%20Dados%20-%20POR.pdf>>.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional 2014: ano base 2013. En: *Empresa de Pesquisa Energética* [En línea]. Rio de Janeiro: EPE, mayo 2014. [Consulta 21 febrero 2015]. Disponible en: <[https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio\\_Final\\_BEN\\_2014.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2014.pdf)>. [2014a].

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional 2014: relatório síntese - ano base 2013. Relatório En: *Empresa de Pesquisa Energética*. [En línea]. Rio de Janeiro: EPE, mayo 2014. [Consulta 21 febrero 2015]. Disponible en: <[https://ben.epe.gov.br/downloads/S%C3%ADntese%20do%20Relat%C3%B3rio%20Final\\_2014\\_Web.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/S%C3%ADntese%20do%20Relat%C3%B3rio%20Final_2014_Web.pdf)>. [2014b].

España. Ministerio de Vivienda. Código técnico de la edificación: documento básico HE – ahorro de energía. En: *Código técnico* [En línea]. Madrid: Ministério de Fomento, marzo 2006. [Consulta: 05 abril 2006]. Disponible en: <[http://161.111.13.202/apache2\\_default/cte/CTE\\_DB-HE.pdf](http://161.111.13.202/apache2_default/cte/CTE_DB-HE.pdf)>.

España. Ministerio de la Presidencia. *Real Decreto 47/2007*, de 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios. Madrid, BOE nº 27, 31 de enero de 2007, p. 4499-4507. [2007a].

España. Ministerio de la Presidencia. *Real Decreto 1027/2007*, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. Madrid, BOE nº 207, 29 de agosto de 2007, p. 35932-35984. [2007b].

España. Ministerio de la Presidencia. *Real Decreto 1826/2009*, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio. Madrid, BOE nº 298. 11 de diciembre de 2009, p. 104924-104927.

España. Ministerio de la Presidencia. *Real Decreto 235/2013*, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. Madrid, BOE nº 89. 13 de abril de 2013, p. 27548-27562.

España. Ministerio de Fomento. Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HE: Ahorro de Energía. En: *Código Técnico de la Edificación* [En línea]. Madrid: Ministerio de Fomento, abril 2009. [Consulta: 13 noviembre 2014]. Disponible en: <<http://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/B83B66E3-0BA0-4270-BEF5-84A07A4C77F8/95714/14.pdf>>.

España. Ministerio de Fomento. Código Técnico de la Edificación. Parte I. En: *Código Técnico de la Edificación* [En línea]. Madrid: Ministerio de Fomento, febrero 2010. [Consulta: 13 noviembre 2014]. Disponible en: <<http://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/7BD6D398-EE9B-40F5-86A9-D28C4A684444/95701/1.pdf>>.

España. Ministerio de Fomento. Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HE: Ahorro de Energía. En: *BOE* [12 de septiembre de 2013] [En línea]. Madrid: Ministerio de Fomento, septiembre 2013. [Consulta: 19 noviembre 2014]. Disponible en: <<http://www.boe.es/boe/dias/2013/09/12/pdfs/BOE-A-2013-9511.pdf>>.

España. Ministerio de Fomento. Código Técnico de la Edificación. Herramienta unificada LIDER-CALENER. En: *Código Técnico de la Edificación* [En línea]. Madrid: Ministerio de Fomento, 2014. [Consulta: 13 noviembre 2014]. Disponible en: <[http://www.codigotecnico.org/web/recursos/aplicaciones/contenido/texto\\_0004.html](http://www.codigotecnico.org/web/recursos/aplicaciones/contenido/texto_0004.html)>. [2014a].

España. Ministerio de Fomento. Código Técnico de la Edificación. Documento informativo: procedimiento de certificación a partir del 13 de marzo de 2014 v. 13/03/2014. En: *Código Técnico de la Edificación* [En línea]. Madrid: Ministerio de Fomento, 13 marzo 2014. [Consulta: 13 noviembre 2014]. Disponible en: <[http://www.codigotecnico.org/web/galerias/archivos/Distintivos/20140313\\_documento\\_informativo\\_certificacion\\_energetica.pdf](http://www.codigotecnico.org/web/galerias/archivos/Distintivos/20140313_documento_informativo_certificacion_energetica.pdf)>. [2014b].

España. Ministerio de Fomento. Código Técnico de la Edificación. Cambios en la herramienta unificada LIDER-CALENER versión 0.9.958.791 de 12 de mayo de 2014 respecto a la versión 0.9.863.778 de 15 de marzo de 2014. En: *Código Técnico de la Edificación* [En línea]. Madrid: Ministerio de Fomento, 15 marzo 2014. [Consulta: 13 noviembre 2014]. Disponible en: <[file:///D:/TESE\\_2014/Archivos%20referencias/Normativas%20CE/HistorialVersionesHULC-20140512.pdf](file:///D:/TESE_2014/Archivos%20referencias/Normativas%20CE/HistorialVersionesHULC-20140512.pdf)>. [2014c].

España. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. La energía en España 2013. En: *Ministerio de Industria, Energía y Turismo* [En línea]. Madrid, 2014 [Consulta 21 febrero 2015]. Disponible en: <[http://www.minetur.gob.es/energia/balances/Balances/LibrosEnergia/Energia\\_en\\_espana\\_2013.pdf](http://www.minetur.gob.es/energia/balances/Balances/LibrosEnergia/Energia_en_espana_2013.pdf)>.

España. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. *Real Decreto 56/2016*, de 12 de febrero de 2016. Madrid, BOE nº 38. 13 de febrero de 2016, p. 11655-11681.

Fanger, P. O. *Thermal comfort: analysis and application in environmental engineering*. Copenhagen, Danish Technical Press, 1970. ISBN 9788757103410.

Fanger, P. O.; Toftum, J. Extension of the PMV model to non-air-conditions buildings in warm climates. *Energy and Buildings*, July 2002, n. 34, issue 6, p.533-536. ISSN 0378-7788.

FENERCON. Comunidad de Madrid. Guía de ahorro y eficiencia energética en oficinas y despachos. En: *Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid* [En línea]. Madrid: FENERCON, 2007 [Consulta: 8 mayo 2008]. Disponible en: <<http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/guia-de-ahorro-y-eficiencia-energetica-en-oficinas-y-despachos-fenercom.pdf>>.

FENERCON. Comunidad de Madrid. Guía de ahorro y eficiencia energética en centros docentes. En: *Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid* [En línea]. Madrid: FENERCON, 2011 [Consulta: 27 marzo 2009]. Disponible en: <<http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-de-Ahorro-y-Eficiencia-Energetica-en-Centros-Docentes-fenercom-2011.pdf>>.

Fountain, M.; Huizenga, C. A thermal sensation prediction software tool for use by profession. *ASHRAE Transactions: research*, 1997, vol. 103, part 2, 4064 (RP-781), p. 130-136. [Consulta 09 abril 2009]. Disponible en: <<http://repositories.cdlib.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1048&content=cedr/cbe>>. ISSN 0001-2505.

Gaihe, S.; Semple, S.; Miller, J.; Fielding, S.; Turner, S. Classroom carbon dioxide concentration, school attendance, and educational attainment. *Journal of School Health*. Sep 2014, vol. 84, n. 9, p. 569-74. doi: 10.1111/josh.12183. ISSN 1746-1561.

Generalitat de Catalunya. *Decret 21/2006*, de 14 de febrer, pel qual es regula l'adopció de criteris ambientals i d'ecoeficiència en els edificis. Barcelona: Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya nº4574, 16.2.2006, p. 7567-7570.

Givoni, B. *Man, climate and architecture*. London: Elsevier, 1969.

Givoni, B. Comfort, climate analysis and building design guidelines. *Energy and Buildings*, 1992, vol. 18, p. 11-23. ISSN 0378-7788.

Greenpeace. [r]evolução energética: perspectivas para uma energia global sustentável. En: *Greenpeace Brasil* [En línea]. São Paulo: Greenpeace Brasil, abril 2007. [Consulta 12 abril 2008]. Disponible en: <[http://www.greenpeace.org.br/energia/pdf/cenario\\_brasileiro.pdf](http://www.greenpeace.org.br/energia/pdf/cenario_brasileiro.pdf)>.

Greenpeace. [r]evolução energética: a caminho do desenvolvimento limpo. En: *Greenpeace Brasil* [En línea]. São Paulo: Greenpeace International; Conselho Europeu de Energia Renovável - EREC, dezembro 2010. [Consulta 8 abril 2011]. Disponible en: <<http://www.greenpeace.org/brasil/Global/brasil/report/2010/11/revolucaoenergeticadeslimpo.PDF>>.

Guillod, S. de M., Cordeiro, M L. R. *Manual do pré-diagnóstico energético. autodiagnóstico na área de prédios públicos*. Rio de Janeiro: ELETROBRAS, 2010.

Hensen, J. L.; M. Evaluation through computational building performance simulation. En: Mallory-Hill, S., Preiser, W. F. E., Watson, C. G. (Ed.). *Enhancing building performance*. Oxford: Wiley-Blackwell, 2012, 223-233. ISBN 978-0-470-65759-1.

Hensen, J. L. M.; Lamberts, R. (Ed). *Building performance simulation for design and operation*. London: Spon Press, 2011. ISBN: 978-0-415-47414-6.

Hernandez, P.; Kenny, P. From net energy to zero energy buildings: Defining life cycle zero energy buildings (LC-ZEB). *Energy and Buildings*, Jun. 2010, vol. 42, issue 6, p. 815-821. ISSN 0378-7788.

Huang, E. G. T. Entendendo os requisitos da certificação de sistemas de gestão de energia: uma discussão sobre os desafios, impactos e oportunidades para a eficiência energética. En: SGS [En línea] SGS, jul 2011. [Consulta: 19 marzo 2012]. Disponible en: <[http://www.cn.sgs.com/zh/sgs\\_br\\_iso50001\\_wp\\_pt\\_lr\\_11.pdf](http://www.cn.sgs.com/zh/sgs_br_iso50001_wp_pt_lr_11.pdf)>.

Humphreys, M.; J.F. Nicol. Understanding the adaptive approach to thermal comfort. *ASHRAE Technical Data Bulletin*. Atlanta - USA: ASHRAE, 1998, vol. 14, n.1, p.1-14. ISSN 0884-0490.

Humphreys M. A.; Nicol, J. F. The validity of ISO-PMV for predicting comfort votes in every-day thermal environments. *Energy and Buildings*, July 2002, vol. 34, issue 6, p. 667-684. ISSN 0378-7788. [Special Issue on Thermal Comfort Standards].

Hwang, R-L.; Lin, T-P.; Kuo, N-J. Field experiments on thermal comfort in campus classrooms in Taiwan. *Energy and Buildings*, Jan. 2006, vol. 38, issue 1, p. 53-62. ISSN 0378-7788.

ICAEN. Institut Català d'Energia. Guia metodològica per realitzar auditories energètiques. En: *ICAEN* [En línea]. Barcelona: ICAEN, gener 2011. [Consulta 28 enero 2013]. Disponible en: <[http://www20.gencat.cat/docs/icaen/06\\_Relacions%20Institucionals%20%20Comunicacio/04\\_Publicacions/Arxius/2011\\_guia\\_auditories\\_secured.pdf](http://www20.gencat.cat/docs/icaen/06_Relacions%20Institucionals%20%20Comunicacio/04_Publicacions/Arxius/2011_guia_auditories_secured.pdf)>.

IDAE. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. *Plan de Energías Renovables 2011-20*. En: *IDAE* [em línea]. Madrid: IDAE, 2011. [Consulta 24 febrero 2015]. Disponible en: <[http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_11227\\_PER\\_2011-2020\\_def\\_93c624ab.pdf](http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_11227_PER_2011-2020_def_93c624ab.pdf)>. [2011a].

IDAE. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Plan de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-20. En: *IDAE* [em línea]. Madrid: IDAE, 2011. [Consulta 24 febrero 2015]. Disponible en: <[http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_11905\\_PAEE\\_2011\\_2020\\_A2011\\_A\\_a1e6383b.pdf](http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_11905_PAEE_2011_2020_A2011_A_a1e6383b.pdf)>. [2011b].

INSHT. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. NTP 289: Síndrome del edificio enfermo: factores de riesgo En: *INSHT*. [En línea]. Madrid, INSHT. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, 1997 [Consulta 22 noviembre 2014]. Disponible en: <[http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp\\_289.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_289.pdf)>.

INSHT. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. *El Síndrome del Edificio Enfermo: metodología de evaluación*. Madrid: INSHT, 1994. ISBN 84-7425-393-4. [Consulta 22 noviembre 2014]. Disponible en: <<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/FONDO%20HISTORICO/DOCUMENTO%20DIVULGATIVOS/DocDivulgativos/Fichero%20pdf/el%20sindrome%20del%20edificio%20enfermo.pdf>>.

INSHT. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. NTP 779: Bienestar térmico: criterios de diseño para ambientes térmicos confortables. En: *INSHT*. [En línea]. Madrid, INSHT. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, 2007 [Consulta 4 enero 2013]. Disponible en: <<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/752a783/nTP-779.pdf>>.

ISO. International Organization for Standardization. *ISO 7730: Ergonomics of the thermal environment -- Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria*. Genève: ISO, 2005.

ISO. International Organization for Standardization. *ISO 50001: Energy management systems — Requirements with guidance for use*. Genève: ISO, 2011. [2011a].

ISO. International Organization for Standardization. Win the energy challenge with ISO 50001. En: *ISO* [En línea]. ISO, 2011. [Consulta: 19 marzo 2012]. Disponible en: <[http://www.iso.org/iso/iso\\_50001\\_energy.pdf](http://www.iso.org/iso/iso_50001_energy.pdf)>. ISBN 978-92-67-10552-9. [2011b].

Jurado, S. R.; Bankoff, A. D. P.; Sanchez, A. Indoor Air Quality in Brazilian Universities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Jul. 2014, vol. 11, n. 7, p. 7081-7093. ISSN 1660-4601. doi:10.3390/ijerph110707081.

Krause, C. B. et al. Maia, J. L. P. (coord.) *Manual de prédios eficientes em energia elétrica*. Rio de Janeiro: IBAM/ELETRORÁS/PROCEL, 2002.

Kreith, Frank; Bohn, Mark S. *Princípios de transferência de calor*. São Paulo: Cengage Learning, 2003. ISBN 9788522102846.

LABEEE-UFSC. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. Universidade Federal de Santa Catarina. Analysis CST, software. v. 2.1. En: *LabEEE - UFSC* [En línea]. Florianópolis: LabEEE - UFSC, 2008. [Consulta: 13 agosto 2010]. Disponible en: <<http://www.labeee.ufsc.br/downloads/software>>.

Lagios, K.; Niemasz, J.; Reinhart, C. F. Animated building performance simulation (ABPS) - linking Rhinoceros/Grasshopper with Radiance/Daysim. En: *SimBuild 2010. Fourth National Conference of IBPSA-USA, New York City, New York, August 11 – 13, 2010*. p. 321-327 [Consulta: 12 abril 2012]. Disponible en: <<http://www.ibpsa.us/pub/simbuild2010/papers/SB10-DOC-TS06A-03-Lagios.pdf>>.

Leaman, A. Are buildings getting better? En: *The Arup Journal*. London: Arup, v. 45, n.1. 1/2010, p. 4-8.

Lomardo L. L. B. *Eficiência Energética nos Edifícios e Sustentabilidade no Ambiente Construído*. Rio de Janeiro: PROCEL-EDIFICA, agosto/2011.

López Plazas, F. *Sobre el uso y la gestión como los factores principales que determinan el consumo de energía en la edificación*. Tesis doctoral, Universitat Politècnica de Catalunya, Escola Tècnica Superior d'Arquitectura, Departament de Construccions Arquitectòniques. Barcelona: UPC, 2006. [Consulta 21 Dec 2012]. Disponible en: <<http://www.tdx.cat/handle/10803/6122>>. [2006a].

López Plazas, F. Les normativas, des de l'àmbit de l'energia. 16 oct 2006. *Construcción Sostenible* [en línea]. Barcelona: set/oct 2006. [Consulta: 16 octubre 2006]. Disponible en: <<http://www.sostenible.es>>. [2006b].

Lula, C. C. de M.; Silva, L. B. da. O conforto ambiental e a motivação: implicações no desempenho de alunos em ambientes climatizados. En: Associação Brasileira de Ergonomia. *ABERGO, XII Congresso Latino Americano de Ergonomia*, septiembre de 2002, Recife, Actas. [Consulta: 12 febrero 2009]. Disponible en: <[http://201.2.114.147/bds/BDS.nsf/1d7b269b07fee04a03256eae005ec615/4647264613e2db7b03256fb000691c43/\\$FILE/NT000A47AE.pdf](http://201.2.114.147/bds/BDS.nsf/1d7b269b07fee04a03256eae005ec615/4647264613e2db7b03256fb000691c43/$FILE/NT000A47AE.pdf)>.

Lund, H.; Marszal, A. J.; Heiselberg, P. Zero energy buildings and mismatch compensation factors. *Energy and Buildings*, Jul. 2011, vol. 43, issue 7, p. 1646-1654. ISSN 0378-7788.

Magalhães, L. C. *Orientações gerais para conservação de energia em prédios públicos*. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2001.

Mallory-Hill, S. M. *Supporting strategic design of workplace environments with Case-Based Reasoning*. PhD Thesis. Faculteit Bouwkunde, Technische Universiteit Eindhoven, 2004. TUEindhoven, 2004. ISBN 90-6814-580-0.

Marques, M. C. C., Hadad, J. Guardial, E. C. *Eficiência energética: teoria & prática*. Itajubá - MG: FUPAI, 2007. ISBN 978-85-60369-01-0.

Marszal, A. et al. Zero Energy Building - a review of definitions and calculation methodologies. *Energy and Buildings*, Apr. 2011, vol. 43, issue 4, p. 971-979. ISSN 0378-7788.

McCartney, K. J.; Humphreys, M. A. Thermal comfort and productivity. En: *International Conference on Indoor Air Quality and Climate. Proceedings: Indoor Air 2002*. Monterey, CA, 2002. Santa Cruz, USA: ISIAQ, 2002. ID2p4.

Mendell, M. J.; Heath, G. A. Do indoor pollutants and thermal conditions in schools influence student performance? a critical review of the literature. *Indoor Air Journal*, Jan. 2005, vol. 15, issue 1, p. 27-32. ISSN 0905-6947.

Mendes, N. et al. Uso de instrumentos computacionais para análise de desempenho térmico e energético de edificações no Brasil. *Ambiente Construído*, out./dez. 2005, vol. 5, núm. 4, p. 47-68. ISSN 1678-8621.

Molina, J. L. et al. Los programas informáticos del Código Técnico de la Edificación y Certificación Energética de Edificios: Método Gráfico EG, LIDER y CALENER. En: *Jornada Eficiencia Energética y Energías Renovables en Edificios*, Madrid, 1-2 dec, 2004. Ponencias. [En línea]. Madrid: IDAE, 2004. [Consulta: 1 de febrero 2005]. Disponible en: <[http://www.idae.es/docs/actividades\\_publicaciones/s2p2r\\_velazquez\\_j\\_l\\_molina.pdf](http://www.idae.es/docs/actividades_publicaciones/s2p2r_velazquez_j_l_molina.pdf)>.

Mondelo, P. R. et al. *Ergonomia 2: confort y estrés térmico*. 3a ed. Barcelona: Mutua Universal; Edicions UPC, 1999. ISBN 84-8301-316-9.

Nicol, J. F., Humphreys M. A. Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings. *Energy and Buildings*, July 2002, vol. 34, issue 6, p. 563-572. Special Issue on Thermal Comfort Standards. ISSN 0378-7788.

Nicol, F; Wilson, M. An overview of the European Standard EN 15251. En: *Adapting to Change: New Thinking on Comfort*. Cumberland Lodge, Windsor, UK, 9-11 April 2010. London: Network for Comfort and Energy Use in Buildings, 2010. [Consulta: 19 noviembre 2014]. Disponible en: <[http://www.cysha.org.cy/wp-content/uploads/2014/07/BH\\_5\\_EN-15251-Indoor-AIR.pdf](http://www.cysha.org.cy/wp-content/uploads/2014/07/BH_5_EN-15251-Indoor-AIR.pdf)>.

Norbäck, D.; Nordström, K.; Zhao, Z. Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) demand-controlled ventilation in university computer classrooms and possible effects on headache, fatigue and perceived indoor environment: an intervention study. *International Archives of Occupational and Environmental Health*. Feb. 2013, vol. 86, n. 2, p.199-209. doi: 10.1007/s00420-012-0756-6. Epub 2012 Mar 16. ISSN 1432-1246.

Ochoa, J. H., Araújo, D. L y Sattler, M. A. Análise do conforto ambiental em salas de aula: comparação entre dados técnicos e a percepção do usuário. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, ANTAC, jan./mar. 2012, vol. 12, núm. 1, p. 91-114. ISSN 1678-8621.

Olivier, J. G. J. et al. Trends in global CO<sub>2</sub> emissions. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency 2013 Report. En: *PBL* [En línea]. The Hague: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency Institute for Environment and Sustainability (IES) of the European Commission's Joint Research Centre (JRC), 2013. [Consulta 22 febrero 2015]. Disponible en: <[http://edgar.jrc.ec.europa.eu/news\\_docs/pbl-2013-trends-in-global-co2-emissions-2013-report-1148.pdf](http://edgar.jrc.ec.europa.eu/news_docs/pbl-2013-trends-in-global-co2-emissions-2013-report-1148.pdf)>.

Palme, M. *La sensibilidad energética de los edificios*. Tesis doctoral, Universitat Politècnica de Catalunya, Escola Tècnica Superior d'Arquitectura, Departament de Construccions Arquitectòniques. Barcelona, 2010. Barcelona: UPC, 2010.

- Parlamento Europeo. Consejo de la Unión Europea. Directiva 2002/91/CE relativa a la eficiencia energética de los edificios. En: *Universidad Autónoma de Madrid*. [En línea]. Parlamento Europeo. Consejo de la Unión Europea, 2002, p 251-268. [Consulta: 23 octubre 2004]. Disponible en: <[http://www.uam.es/personal\\_pdi/economicas/pmoron/Docs/la\\_directiva.pdf](http://www.uam.es/personal_pdi/economicas/pmoron/Docs/la_directiva.pdf)>.
- Parlamento Europeo. Consejo de la Unión Europea. Directiva 2009/28/CE relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE. [En línea]. Parlamento Europeo. Consejo de la Unión Europea, 23 de abril de 2009. [Consulta: 13 noviembre 2014]. Disponible en: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:ES:PDF>>.
- Parlamento Europeo. Consejo de la Unión Europea. Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de la Unión Europea de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios (refundición). [En línea]. Parlamento Europeo. Consejo de la Unión Europea, 18 de junio de 2010. [Consulta: 17 noviembre 2014]. Disponible en: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:ES:PDF>>.
- Parlamento Europeo. Consejo de la Unión Europea. Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética, por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE, y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE. [En línea]. Parlamento Europeo. Consejo de la Unión Europea, 25 octubre de 2012. [Consulta: 13 noviembre 2014]. Disponible en: <<http://www.boe.es/doue/2012/315/L00001-00056.pdf>>.
- Pereira, E. B. et al. *Atlas brasileiro de energia solar*. São José dos Campos : INPE, 2006. ISBN 978-85-17-00030-0.
- Pereira, I. M.; Assis, E. S. de. Avaliação de modelos de índices adaptativos para uso no projeto arquitetônico bioclimático. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, ANTAC, jan/mar 2010, vol.10, núm.1, p.31-51. ISSN 1678-8621.
- Perkins, B. *Building type basics for elementary and secondary schools*. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 2010. ISBN 978-0470225486.
- Preiser, W. F. E., Rabinowitz, H. Z. y White, E. T. *Post-occupancy Evaluation*. New York: van Nostrand Reinhold Company, 1988.
- PROCEL. Código Legislativo da Eficiência Energética nos Prédios Públicos Federais. En: *PROCEL Info* [En línea] Brasília-DF: PROCEL/ELETOBRÁS, 2008. [Consulta: 7 mar 2010]. Disponible en: <<http://www.eletobras.com/elb/procel/main.asp?TeamID={60F8B9E9-77F5-4C5B-9E94-B1CC0CEF1EAB}>>. [2008a].
- PROCEL. Avaliação do mercado de eficiência energética do Brasil: pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso – ano base 2005 – classe comercial – alta tensão. Relatório setorial: instituições de ensino. En: *PROCEL Info*. [En línea]. Rio de Janeiro: ELETROBRAS, 2008. [Consulta 09 jul. 2011]. Disponible en: <<http://www.eletobras.com>>. PROCEL\_comercial\_AT\_instituicoes.pdf. [2008b].
- PROCEL. Pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso, ano base 2005: classe Residencial Relatório Brasil - Sumário Executivo. En: *PROCEL Info*. [En línea] Rio de Janeiro: ELETROBRAS; PROCEL, 2008. [Consulta: 07 mar. 2010] Disponible en: <<http://www.eletobras.com>>. Avaliação do Mercado de Eficiência Energética no Brasil. Relatório\_avaliacao\_de\_EE\_Brasil\_sumario.pdf. [2008c].
- PROCEL. Etiquetagem de eficiência energética de edificações. En: *PROCEL Info*. [En línea] Rio de Janeiro: PROCEL/Eletobras, 2009. [Consulta: 7 mar 2012]. Disponible en: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View={89E211C6-61C2-499A-A791-DACD33A348F3}>>. vol. 1.
- PROCEL. Regulamento técnico da qualidade do nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos (RTQ-C). En: *PROCEL Info*. [En línea] Rio de Janeiro: PROCEL/Eletobras, 2010. [Consulta: 7 mar 2012]. Disponible en: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View={5A08CAF0-06D1-4FFE-B335-95D83F8DFB98}&Team=&params=itemID={F7464D4C-CE30-4137-A741-C889BCB15E3F};&UIPartUID={05734935-6950-4E3F-A182-629352E9EB18}>>. vol. 2. [2010a].
- PROCEL. Regulamento de avaliação da conformidade do nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos (RAC-C). En: *PROCEL Info*. [En línea] Rio de Janeiro: PROCEL/Eletobras, 2010. [Consulta: 07 mar 2012]. Disponible en: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View={5A08CAF0-06D1-4FFE-B335-95D83F8DFB98}&Team=&params=itemID={F7464D4C-CE30-4137-A741-C889BCB15E3F};&UIPartUID={05734935-6950-4E3F-A182-629352E9EB18}>>. vol. 3. [2010b].
- PROCEL. Requisitos de avaliação da conformidade para o nível de eficiência energética de edificações residenciais (RAC-R). Anexo Portaria INMETRO nº122/2011. En: *PROCEL Info*. [En línea] Rio de Janeiro: PROCEL/Eletobras, 2011. [Consulta: 7 mar 2012]. Disponible en: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View={5A08CAF0-06D1-4FFE-B335-95D83F8DFB98}&Team=&params=itemID={F7464D4C-CE30-4137-A741-C889BCB15E3F};&UIPartUID={05734935-6950-4E3F-A182-629352E9EB18}>>>.
- PROCEL. Manual para aplicação dos Regulamentos RTQ-C e RAC-C. En: *PROCEL Info*. [En línea] Rio de Janeiro: PROCEL/Eletobras, 2012. [Consulta: 7 mar 2012]. Disponible en: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View={5A08CAF0-06D1-4FFE-B335-95D83F8DFB98}&Team=&params=itemID={F7464D4C-CE30-4137-A741-C889BCB15E3F};&UIPartUID={05734935-6950-4E3F-A182-629352E9EB18}>>>. vol. 4.
- Ramachandran, G.; Adgate, J.L.; Banerjee, S.; Church, T.R.; Jones, D.; Fredrickson, A.; Sexton, K. Indoor air quality in two urban elementary schools--measurements of airborne fungi, carpet allergens, CO<sub>2</sub>, temperature, and relative humidity. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*. Nov. 2005; vol. 2, n. 11, p.553-566. ISSN 1545-9654.
- Reis, P., Blanco, M. Você está pronto? En: *Construção Mercado* [En línea], maio, 2010, núm. 106. Disponible en: <<http://revista.construcaomercado.com.br/negocios-incorporacao-construcao/106/voce-esta-pronto-norma-de-desempenho-entra-em-vigor-170921-1.asp>>.
- Rey Martínez, F. J.; Velasco Gómez, E. *Eficiencia energética en edificios: certificación y auditorías energéticas*. Madrid: Thomson, 2006. ISBN 84-9732-419-6.
- Roaf, S., Crichton, D., Nicol, F. *Adapting buildings and cities for climate change. a 21st century survival guide*. 2nd ed. Oxford: Elsevier, Architectural Press, 2009. [Versión en portugués: A adaptação de edificações e cidades às mudanças climáticas. um guia de sobrevivência para o século XXI. Porto Alegre: Bookman, 2009. ISBN 978-85-7780-443-6].
- Rodrigues, P. Manual de iluminação eficiente. Rio de Janeiro: PROCEL, 2002.
- Romero, M. de A.; Faria, L. C. de. Energy consumption potential of office buildings in the city of São Paulo. En: *XXI International Conference Passive and Low Energy Architecture, 10-22 september 2004, Eindhoven, NL. Proceedings*. Eindhoven, NL: Technische Universiteit Eindhoven.

v.2. p. 855-860. ISBN 90-386-1636-8.

Roriz, M. *ZBBR. classificação bioclimática dos municípios brasileiros*. Programa de Pós-Graduação em Construção Civil. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos - SP: UFSCAR, 2004. v.1.1. software.

Rossato, A. C. A sociedade e a dependência das fontes de energia. Conselho em Revista. Porto Alegre, CREA-RS, núm. 34, junio 2007, p. 30.

Ruas, A. C. *Conforto térmico nos ambientes de trabalho*. São Paulo: FUNDACENTRO/MT, 1999.

Salonen, H.; Duchaine, C.; Létourneau, V.; Mazaheri, M.; Clifford, S.; Morawska, L. Endotoxins in indoor air and settled dust in primary schools in a subtropical climate. *Environment & Science Technology*. Sep 2013, vol. 47, n. 17, p.9882-90. doi: 10.1021/es4023706. Epub 2013 Aug 22.

Santos, G. H. dos; Mendes, N.; Parise, Í. Comparação entre programas de simulação para análise de comportamento térmico de edificações. En: *I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável. X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 18-21 julio 2004, São Paulo. Anais*. São Paulo: ANTAC, 2004. 1 CD.

Santos, S.M.S.B.; Hernandez, F. del M. (org.). Painel de especialistas: análise crítica do estudo de impacto ambiental. En: *International Rivers* [En línea]. Belén-PA, 29 setembro 2009. [Consulta 3 mayo 2012]. Disponible en:<[http://www.internationalrivers.org/files/attached-files/belo\\_monte\\_pareceres\\_ibama\\_online\\_3.pdf](http://www.internationalrivers.org/files/attached-files/belo_monte_pareceres_ibama_online_3.pdf)>.

Sheehy, J.B.; Kamon, E.; Kiser, D. Effects of carbon dioxide inhalation on psychomotor and mental performance during exercise and recovery. *Human Factors*. Oct. 1982, vol. 24, issue 5, p. 581–588. DOI:10.1177/001872088202400508. ISSN 1547-8181.

Satish, U.; Mendell, M.J.; Shekhar, K.; Hotchi, T.; Sullivan, D.; Streufert, S.; Fisk, W.J. Is CO<sub>2</sub> an indoor pollutant? Direct effects of low-to-moderate CO<sub>2</sub> concentrations on human decision-making performance. *Environmental Health Perspectives*. Dec. 2012, vol. 120, issue 12. p.1671–1677. DOI:10.1289/ehp.1104789. ISSN 0091-6765.

Serra Florensa, R. *Arquitectura y climas*. Barcelona: Gustavo Gili, 1999. Colección GG Básicos. ISBN 84-252-1767-9.

Serra Florensa, R.; Coch Roura, H. *Arquitectura y energía natural*. Barcelona: Edicions UPC, 1995. Politext 40. ISBN 978-8483014971.

Serra Florensa, R. et al. ARCHISUN v3.0. Software per a l'estudi del funcionament energètic d'edificis. En: *Arquitectura i Energia* [Consulta: 5 diciembre 2012]. Barcelona: Departament de Construccions Arquitectòniques II, ETSAB - UPC; ICAEN, 2006. Disponible en:<[http://www.upc.edu/aie/catala/soft/index\\_archivos/software.html](http://www.upc.edu/aie/catala/soft/index_archivos/software.html)>.

Schmid, A. L. *A idéia de conforto: reflexões sobre o ambiente construído*. Curitiba: Pacto Ambiental, 2005. ISBN 85-99403-01-X.

Silva, C. J da. *Manual de Instruções para Projetos de Eficiência Energética nos Prédios Públicos: Utilização dos Recursos da Reserva Global de Reversão – RGR*. Rio de Janeiro, novembro/2011.

van Hoof, J. Forty years of Fanger's model of thermal comfort: comfort for all? *Indoor Air*, Jun 2008, vol. 18, issue 3, p. 182-201. ISSN 0905-6947.

Vecchi, R. de. *Condições de conforto térmico e aceitabilidade da velocidade do ar em salas de aula com ventiladores de teto para o clima de Florianópolis/SC*. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC, 2011.

Vercruyssen, M.; Kamon, E.; Hancock, P. Effects of carbon dioxide inhalation on psychomotor and mental performance during exercise and recovery. *International Journal of Occupational and Safety and Ergonomics*. 2007, vol. 13, issue 1, p.15–27. ISSN 1080-3548.

Westphal, F. S.; Lamberts, R.. Simulação térmica e energética de edificações a partir de dados climáticos simplificados: validação através do método BESTEST. *Ambiente Construído*, jul./set. 2004, vol. 4, núm. 3, p. 37-49. ISSN 1678-8621.

Wong, N. H.; Khoo, S. S. Thermal comfort in classrooms in the tropics. *Energy and Buildings*, May 2003, vol. 35, issue 4, p. 337-351. ISSN 0378-7788.

Xavier, A. A. de. *Predição de conforto térmico em ambientes internos com atividades sedentárias. teoria física aliada a estudos de campo*. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC, 2000.

## Apêndice C - UPC

Benedito i Rovira, J.; Benedito i Rovira, M. *Universitat, arquitectura i territori*. Barcelona: Generalitat de Catalunya. Departament d'Universitats, Recerca i Societat de la Informació, 2001. ISBN 8439355793.

Bosch Gonzales, M. et al. *Avaluació energètica d'edificis: experiència de la UPC*. Barcelona, UPC, 2006. ISBN 84-8301-861-6.

Bosch Gonzales, M.; Rodríguez Catalapiedra, I.; Sabaté Ibáñez, J. Energy use and energy efficiency, the way to reduce energy consumption in university buildings. En: *ERSCP-EMSU 2013, Istanbul, Juny 4-7, 2013*. Istanbul: Bogaziçi University, 2013. ISBN 9789051550658. [Paper ID363]. 1 Pen-drive.

Campos Calvo-Sotelo, P. *Modelos e implantaciones arquitectónicas de universidades*. Tesis de Doctorado. Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid, 1997.

Campos Calvo-Sotelo, P. *La universidad en España: historia, urbanismo y arquitectura*. Madrid: Centro de Publicaciones, Ministerio de Fomento, 2000. ISBN 8449804728.

Carreras, C. *La universitat y la ciutat*. Barcelona: Universitat de Barcelona, 2001. Model Barcelona, quaderns de gestió, 11. ISBN 84-475-2555-4.

Catalapiedra, I. R.; Bosch, M.; López, F. Involvement of final architecture diploma projects in the analysis of the UPC buildings energy performance as a way of teaching practical sustainability. *Journal of Cleaner Production*, vol. 14, 2006, p. 958-962. ISSN 0959-6526.

CITIES. Centre Interdisciplinari en Tecnologia, Innovació i Educació per la Sostenibilitat *Informe d'estat d'evolució del Pla Ambiental del*

- Campus del Baix Llobregat (document de planificació)*. Barcelona: CITIES, jun. 2005 [Archivo digitado].
- Cuchí, A. Factores claus per a la integració dels criteris ambientals als edificis. experiències de la UPC. Proposta pel Laboratori REAL. Zona. Convocatòria (2005-2006). En: *Web de Medi Ambient. Recerca. Laboratori REAL. Informació de la segona convocatòria*. Barcelona: Cuchí, nov. 2004 [Consulta el 26 de mayo de 2005]. Disponible en: <<http://www.upc.es/mediambient/vidauniversitaria/energiaiaigua.html>>
- Cuchí i Burgos, A. *La qualitat ambiental als edificis*. Barcelona, Generalitat de Catalunya, 2009. ISBN 978-84-393-8210-2.
- Cuchí Burgos, A.; López Caballero, I. *Informe MIES: una aproximació a l'impacte ambiental de l'Escola d'Arquitectura del Vallès, bases per una política ambiental a l'ESTAV*. Barcelona: UPC; Generalitat de Catalunya - Departament de Medi Ambient, 1999. 2a ed. Sant Cugat del Vallès: ETSAV, 2005. ISBN 8476538707.
- Cuchí Burgos, A.; López Plazas, F. *Indicadores de consumo de energético de las edificaciones de la UPC*. Barcelona: UPC, mayo 2003. Archivo digitado [Laboratori real\_Indicadors.pdf].
- Cuchí Burgos, A.; López Plazas, F. Energy consumption for Technical University of Catalonia (UPC) buildings. En: *World Renewable Energy Congress*, 8, Denver, USA. Aug. 29- Sep. 3, 2004. Golden: National Renewable Energy Laboratory, 2004.
- Cuchí i Burgos, A.; López Plazas, F.; Leite Frandoloso, M. A. Informe final: factors claus per a la integració dels criteris ambientals als edificis. En: *Web de Medi Ambient. Recerca. Laboratori Real. Projectes de la segona convocatòria*. [En línia] Barcelona: Departament de Construccions Arquitectòniques I - UPC, 2006. [Consulta el 5 de diciembre de 2006]. Disponible en: <<http://www.upc.es/mediambient/recerca/real/fitxes/segona/CRITERIS.ZIP>>.
- De Bobes, A. *Balanç Energètic*. Sant Cugat del Vallès: GAT- ETSAV, 2003. Software.
- Díaz, A. *Experiències aplicades de sostenibilitat en edificis i campus de la UPC, campus de Castelldefels*. t. Barcelona: Oficina del Pla de Medi Ambient UPC, 2004. Archivos digitados.
- Diputació de Barcelona. Servei del Medi Ambient. *Auditoria energètica II: instal·lacions i edificis*. Barcelona, la Diputació, 1986. ISBN 84-505-3989-7.
- España. Ministerio de Vivienda. Código técnico de la edificación: documento básico HE – ahorro de energía. En: *Código técnico* [En línea]. Madrid: Ministerio de Fomento, marzo 2006. [Consulta: 05 abril 2006]. Disponible en: <[http://161.111.13.202/apache2\\_default/cte/CTE\\_DB-HE.pdf](http://161.111.13.202/apache2_default/cte/CTE_DB-HE.pdf)>.
- España. Ministerio de la Presidencia. *Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio*. Madrid, BOE nº 298. 11 de diciembre de 2009, p. 104924-104927.
- Ferrer-Balas, D. Global environmental planning at the Technical University of Catalonia. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 2001, vol. 5, issue 1, p. 48-62. ISSN 1467-6370.
- Ferrer Balas, D. La ambientalización en las universidades. Jornada Universidades Responsables, Zaragoza, 22 Noviembre 2005. [Consulta 26 jul. 2012]. Disponible en: <<http://www.unizar.es/universidadesresponsables/carpetas%20documentos/didac-pdf.pdf>>.
- Ferrer i Balas, D. et al. *ACA2: procés d'aplicació de criteris ambientals en l'arquitectura*. Barcelona: SCI UPC, 2003. ISBN 84-7653-829-4.
- Ferrer Balas, D. El Pla d'Estalvi Energètica de la UPC: una estratègia basada en el canvi de cultura i de gestió col·laborativa. En: *Recursos i Serveis per a la Gestió Sostenible: seguiment de resultats*. [En línia] Barcelona: Oficina de Gestió Sostenible i d'Igualtat d'Oportunitats de la UPC, Novembre 2013. [Consulta: 10 septiembre 2014]. Disponible en: <<http://www.upc.edu/gestiosostenible/plans-upc/pla-destalvi-energetic/acords-de-govern-destalvi-energetic/seguiment-de-resultats/resum-daccions-del-pla-destalvi-energetic-nov-2013/view>>.
- Ferrer, D. et al. Memoria de actividades de Medio Ambiente 2003/2004. En: *Web de Medi Ambient* [En línea] Barcelona: Oficina de Coordinación del Pla de Medio Ambiente, 2004. [Consulta: 20 marzo 2006]. Disponible en: <[www.upc.es/mediambient/documents/documents](http://www.upc.es/mediambient/documents/documents)>. [Memo-Medi-Ambient\_0304cast.pdf].
- Ferrer-Balas et al. Advances in education transformation towards sustainable development at the Technical University of Catalonia, Barcelona. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 2004, vol. 5, issue 3, p. 251-266. ISSN 1467-6370.
- Ferrer-Balas, D. et al.. 10 Años evaluando planes de medio ambiente: de la memoria de actividades a la rendición de cuentas participativa. En: *1r Congrés UPC Sostenible 2015*. 12 i 13 de juliol de 2007. Barcelona: Centre per a la Sostenibilitat, 2007, p. 187-191. [Consulta 26 jul. 2012]. Disponible en: <<http://hdl.handle.net/2099/3523>>.
- Ferrer-Balas, D. et al.. An international comparative analysis of sustainability transformation across seven universities. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 2008, vol. 9, issue 3, p. 295-316. ISSN 1467-6370.
- Ferrer, D.; Buckland, H.; Mingo, M. El rol de la universitat a la societat en el desenvolupament sostenible des d'una perspectiva de canvi sistèmic: el cas de la UPC. En: *1r Congrés UPC Sostenible 2015*. 12 i 13 de juliol de 2007. Barcelona: Centre per a la Sostenibilitat, 2007, p. 247-250. [Consulta 26 jul. 2012]. Disponible en: <<http://hdl.handle.net/2099/3550>>.
- Frandoloso, M. A. L. El planeamiento ambiental y la auditoria energética aplicados al parque construido de la Universitat Politècnica de Catalunya. En: *Actas del XI Seminario APEC: inmigración y territorio*, Barcelona, 18-19 mayo 2006, p. 214-224. Barcelona: APEC, 2006. ISBN 84-611-0530-0. [Consulta 17 Dec. 2012]. Disponible en: <[http://www.apecbcn.org/seminarios/Seminario\\_2006.pdf](http://www.apecbcn.org/seminarios/Seminario_2006.pdf)>.
- Frandoloso, M. A. L.; Cuchí i Burgos, A.; López Plazas, F. La inserción y la integración de los criterios ambientales en los edificios de la UPC: la introducción del uso como factor determinante del consumo de recursos energéticos En: *ICSMM 2006. International Conference on Sustainability Measurement and Modelling*, 1, Terrassa - España, 16-17 Nov. 2006. Barcelona: CIMNE, 2006. ISBN 84-96736-36-7.
- Granado, N. et al. L'aplicació de criteris ambientals en els edificis de la Universitat Politècnica de Catalunya: el cas del Campus de Castelldefels. En: *Primer Congrés Internacional sobre Ecologia i Ciutat*. Barcelona, 26-30 Marzo 2001. [Consulta: 26 jun. 2012]. Disponible en: <[http://www.mcrit.com/ecosind\\_web/Documentacio/criteris%20ambientals\\_campus\\_castelldefels.pdf](http://www.mcrit.com/ecosind_web/Documentacio/criteris%20ambientals_campus_castelldefels.pdf)>.
- Hoeger, K.; Christiaanse, K. (ed.). *Campus and the city - urban design for the knowledge society*. Zurich: gta Verlag; ETH Zurich, 2007. ISBN 978-3-85676-218-6.

Jansen, L. The challenge of sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, 2003, vol. 11, issue, pp. 231-245. ISSN 0959-6526.

Jansen, L.; Holmberg, J.; Civili, F. S. International evaluation of UPC environmental and sustainability research and education. En: *El Pla UPC Sostenible 2015*. [En línia]. Barcelona: UPC, nov. 2005. [Consulta 02 jul. 2012]. Disponible en: <[http://www.upc.edu/sostenible2015/upc-sostenible-2015/051018\\_evaluation\\_report.pdf](http://www.upc.edu/sostenible2015/upc-sostenible-2015/051018_evaluation_report.pdf)>.

López Plazas, F.; Cuchí Burgos, A. About the environmental impact of buildings: analysis of the incidence of the use of the buildings in the energy consumption. En: *Dubrovnik Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment System*, 3, Dubrovnik, Croatia, June 5-10 2005.

López Plazas, F. *Sobre el uso y la gestión como los factores principales que determinan el consumo de energía en la edificación*. Tesis doctoral, Universitat Politècnica de Catalunya, Escola Tècnica Superior d'Arquitectura, Departament de Construccions Arquitectòniques. Barcelona: UPC, 2006. Consulta 21 Dec 2012]. Disponible en: <<http://www.tdx.cat/handle/10803/6122>>.

La UPC vol esdevenir referent en desenvolupament sostenible l'any 2015. En: *Sostenible*, 02 nov. 2006. [En línia]. [Consulta: 8 novembre 2006]. Disponible en: <[http://www.sostenibel.es/pubnoticia/inici.asp?p\\_idioma=1&p\\_id=406503](http://www.sostenibel.es/pubnoticia/inici.asp?p_idioma=1&p_id=406503)>.

Mata, E.; López, F.; Cuchí, A. sustainable management of existing building stock: a strategy to reduce the energy consumption and the environmental impact. En: *SB07 Portugal. Sustainable Construction, Materials and Practice*, Lisboa, Sep. 12-14, 2007. Part 1, p. 171-177. Amsterdam: IOS Press, 2007. ISBN 978-1-58603-785-7.

Mata Las Eras, Ruiz, G.; López, F.; Cuchí, A. Avaluació de l'eficiència energètica i les emissions de CO<sub>2</sub> de la ETSAV: informe dels treballs realitzats i els resultats obtinguts durant la campanya d'hivern 2006-2007. Sant Cugat del Vallès: ETSAV - UPCO<sub>2</sub>, abril 2007.

Martínez Cuadra, Verónica. Auditoria energètica: EPSC. En: *Web de Medi Ambient* [En línia]. Barcelona: EPSEB-UPC, 2004. [Consulta: 20 mayo 2005]. Disponible en: <<http://www.upc.edu/mediambient/vidauniversitaria/pecr/pecr/fitxes/presentacions/cpmta.pdf>>

Naredo, J. M. Sobre el origen, el uso y el contenido del termino sostenibilidad. En: *Biblioteca CF+S - Ciudades para un futuro más sostenible* [En línia]. 30 junio 1997. [Consulta: 18 febrero 2004]. Disponible en: <<http://habitat.aq.upm.es/cs/p2/a004.html>>.

Oficina del Pla de Medi Ambient UPC. 2n Pla de Medi Ambient (2002-2005). En: *Web de Medi Ambient* [En línia] Barcelona: Oficina del Pla de Medi Ambient UPC, 2001. [Consulta: 20 marzo 2006]. Disponible en: <[www.upc.edu/mediambient/coordinacio/documents/2nPlamediAmbient.pdf](http://www.upc.edu/mediambient/coordinacio/documents/2nPlamediAmbient.pdf)>.

Oficina del Pla de Medi Ambient UPC. PECE: Pla d'eficiència en el consum de recursos (energia i aigua). En: *Web de Medi Ambient* [En línia]. Barcelona: Oficina del Pla de medi Ambiente, mayo 2004. [Consulta: 26 abril 2005]. Disponible en: <<http://www.upc.edu/mediambient/vidauniversitaria/pecr/guio%20%20%20Metodologia.pdf>>. [PresentacioPECE(Resumen).pdf].

Parc UPC. Edifici RDTI. En: *PMT* [En línia]. Barcelona: PMT, oct. 2011. [Consulta: 29 feb 2012]. Disponible en: <[http://www.pmt.es/com\\_instalarse/espais-disponibles-1/presentacio\\_edifici\\_rdit\\_octubre\\_2011.pdf](http://www.pmt.es/com_instalarse/espais-disponibles-1/presentacio_edifici_rdit_octubre_2011.pdf)>.

PMT. Parc Mediterrani de la Tecnologia. PMT Home page. En: *PMT* [En línia]. Barcelona: PMT, 2005. [Consulta: 18 mar. 2005]. Disponible en: <<http://www.pmt.es>>.

PMT. Parc Mediterrani de la Tecnologia. Exyt=PARC UPC. presentació general Parc UPC octubre 2011. En: *PMT* [En línia] Barcelona: PMT, 2011. [Consulta: 29 feb 2012]. Disponible en: <<http://www.pmt.es/el-parc/Presentacio%20general%20PARC%20UPC%20Octubre%202011.pptx>>.

Roca Blanch, E. (org.). *Campus de la Diagonal: un projecte urbà*. Barcelona: Ajuntament de Barcelona, Universitat de Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya, 2009. ISBN 978-84-475-3381-7.

Ruiz, G. et al. Els campus com a laboratoris vius de sostenibilitat. anàlisi comparada d'experiències a la UPC. En: *II Congrés UPC Sostenible 2015 - la recerca en Sostenibilitat: estat actual i reptes de futur*. 9 i 10 de juliol de 2009. Barcelona: Centre per a la Sostenibilitat, 2009. [Consulta 26 jul. 2012]. Disponible en: <[http://upcommons.upc.edu/revistes/bitstream/2099/8150/1/79\\_Galdric\\_Ruiz.pdf](http://upcommons.upc.edu/revistes/bitstream/2099/8150/1/79_Galdric_Ruiz.pdf)>.

UPC. Universitat Politècnica de Catalunya. 1er Pla de Medi Ambient de la UPC. En: *Web de Medi Ambient* [En línia]. Barcelona: UPC, 1995. [Consulta: 16 abril 2004]. Disponible en: <<http://www.upc.edu/mediambient/coordinacio/documents/plamediambient2.html>>.

UPC. Universitat Politècnica de Catalunya. Declaración de Sostenibilidad de la UPC. el rol de la En: *El Pla UPC Sostenible 2015*. [En línia]. Barcelona: UPC, 20 marzo 1997. [Consulta: 29 jun 2012]. Disponible en <http://www.upc.edu/sostenible2015/ambits/el-compromis-i-la-interaccio-social/declaracions-de-sostenibilitat/V4-Declaracio%20de%20Sostenibilitat%20de%20la%20UPC.pdf>.

UPC. Universitat Politècnica de Catalunya. *Criteris ambientals en el disseny, la construcció i la utilització dels edificis: pla de medi ambient de la UPC*. Barcelona: UPC - Generalitat de Catalunya - Departament de Medi Ambient, 1998. ISBN 8439345909.

UPC. Universitat Politècnica de Catalunya. Pla ambiental del Campus de Castelldefels: parc tecnològic de la mediterrània. En: *Web de Medi Ambient. Documentos. Vida Universitària i Campus*. [En línia]. Barcelona: UPC - Servei de Comunicació Institucional, 1999. [Consulta: 18 oct. 2004]. Disponible en: <<http://www.upc.edu/mediambient/vidauniversitaria/documents/DpiticCampus4.pdf>>.

UPC. Universitat Politècnica de Catalunya. Pla ambiental del Campus de Castelldefels: criteris ambientals en el disseny, la construcció i la utilització dels edificis. En: *Web de Medi Ambient. Recerca. Laboratori Real*. [En línia]. Barcelona: UPC; RQP SL; Institut Càtala del Sol; Ajuntament de Castelldefels; Institut Cerdà, març 2000. [Consulta: 18 oct. 2004]. Disponible en: <<http://www.upc.edu/mediambient/recerca/real/informes/PLA2000.pdf>>.

UPC - Universitat Politècnica de Catalunya. Versió final de la Comissió. Bases per a la creació del campus del baix Llobregat de la UPC. UPC Hemeroteca [En línia]. Barcelona: Comissió per a l'Elaboració del Reglament de Campus del Baix Llobregat, abril, 2005. [Consulta: 20 marzo 2006]. Disponible en: <<http://www.upc.edu/bupc/hemeroteca/2005/b76/44-4-2005.pdf>>.

UPC. Universitat Politècnica de Catalunya. Pla UPC Sostenible 2015. 1ª fase 2006-2010 En: *Web de Medi Ambient* [En línia]. Barcelona: UPC, abril 2006. [Consulta: 5 sept 2006]. Disponible en: <<http://www.upc.edu/mediambient/Pla%20Sostenible%202015.pdf>>.

UPC. Universitat Politècnica de Catalunya. Conclusions de la 1ª sessió presencial Fòrum de Revisió del Pla UPC Sostenible 2015. En: *El Pla UPC Sostenible 2015. Revisió del Pla UPC Sostenible 2015. Diagnosi* [En línia]. Barcelona: UPC, nov. 2010. [Consulta: 29 jun 2012].



Disponible en: <[http://www.upc.edu/sostenible2015/pla-upc-sostenible-2015/Seminaris/diagnosis-1a-fase/Avaluacio%20Pla%202006\\_Conclusions%20sessio%20presencial.pdf](http://www.upc.edu/sostenible2015/pla-upc-sostenible-2015/Seminaris/diagnosis-1a-fase/Avaluacio%20Pla%202006_Conclusions%20sessio%20presencial.pdf)>. [2010a].

UPC. Universitat Politècnica de Catalunya. Àmbit de gestió. diagnosi 2010. En: *El Pla UPC Sostenible 2015. Revisió del Pla UPC Sostenible 2015. Diagnosi* [En línia]. Barcelona: UPC, 2010. [Consulta: 29 jun 2012]. Disponible en: <<http://www.upc.edu/sostenible2015/pla-upc-sostenible-2015/Seminaris/diagnosis-1a-fase/Diagnosi%20D.%20Gestio.pdf>>. [2010b].

UPC. Universitat Politècnica de Catalunya. Pla UPC Sostenible 2015. Procés de revisió de la 1ª fase (2006-2010). En: *El Pla UPC Sostenible 2015. Revisió del Pla UPC Sostenible 2015. Documents. Procés de revisió del Pla* [En línia]. Barcelona, UPC, nov. 2010. [Consulta: 29 jun 2012]. Disponible en: <<http://www.upc.edu/sostenible2015/pla-upc-sostenible-2015/Seminaris/documents>>. [Archivo Presentacio revisio Pla UPC Sostenible.ppt. [2010c].

UPC. Universitat Politècnica de Catalunya. Pla UPC Sostenible (2ª Fase: 2011-2015). v.3 - setembre 2011. Document CG 56/11. En: *El Pla UPC Sostenible 2015. El Pla UPC Sostenible 2015 (2a fase: 2011-2015)* [En línia]. Barcelona: Comissionat per a la Sostenibilitat i la Responsabilitat Social UPC, 9 nov. 2011. [Consulta: 29 jun 2012]. Disponible en: <[http://www.upc.edu/sostenible2015/pla-upc-sostenible-2015/pla-upc-sostenible-2015-2a-fase-2011-2015/documents-aprovats-consell-de-govern/PLA%20UPC%20SOSTENIBLE%202015F2%20v3\\_CG.pdf](http://www.upc.edu/sostenible2015/pla-upc-sostenible-2015/pla-upc-sostenible-2015-2a-fase-2011-2015/documents-aprovats-consell-de-govern/PLA%20UPC%20SOSTENIBLE%202015F2%20v3_CG.pdf)>. [2011a].

UPC. Universitat Politècnica de Catalunya. Pla UPC Sostenible 2015. Distribució de funcions i rols. Document CG 57/11. En: *El Pla UPC Sostenible 2015. El Pla UPC Sostenible 2015 (2a fase: 2011-2015)* [En línia]. Barcelona: Comissionat per a la Sostenibilitat i la Responsabilitat Social UPC, 9 nov. 2011. [Consulta: 29 jun. 2012]. Disponible en: <[http://www.upc.edu/sostenible2015/pla-upc-sostenible-2015/pla-upc-sostenible-2015-2a-fase-2011-2015/documents-aprovats-consell-de-govern/plaUPCsoste2015F2\\_Funcions\\_Accions\\_vCG.pdf](http://www.upc.edu/sostenible2015/pla-upc-sostenible-2015/pla-upc-sostenible-2015-2a-fase-2011-2015/documents-aprovats-consell-de-govern/plaUPCsoste2015F2_Funcions_Accions_vCG.pdf)>. [2011b].

UPC. Universitat Politècnica de Catalunya. Pla d'Estalvi Energètic 2010-2014. Mesures d'estalvi energètic. En: *Recursos i Serveis per a la Gestió Sostenible*. [En línia]. Barcelona: UPC, jun 2011. [Consulta en: 29 jun 2013] Disponible en: <<http://www.upc.edu/saladeprensa/pdi-pas/reduir-la-factura-energetica/Mesures-destalvi-energetic.pdf>>. [2011c].

UPC. Universitat Politècnica de Catalunya. *Instituto de Sostenibilidad. IS.UPC* [el línia]. Barcelona: UPC 2011. [Consulta en: 09 de abril 2012]. Disponible en: <<http://is.upc.edu/>>. [2011d].

UPC. Universitat Politècnica de Catalunya. *SIRENA* [En línia] Barcelona: UPC, 2011. [Consulta en: 17 febrero 2011]. Disponible en: <<http://www.upc.edu/sostenible2015/menu1/gestio-upc/Sirena.pdf>>. [2011e].

UPC. Universitat Politècnica de Catalunya. Informe SIRENA 10: anàlisi dels resultats d'estalvi energètic i d'aigua i propostes de futur. En: *Instituto de Sostenibilidad - SIRENA* [En línia] Barcelona: IS.UPC, maig 2011. [Consulta en: 09 abril 2012]. Disponible en: <[http://www.upc.edu/sirena/docs/informe\\_sirena\\_2010.pdf](http://www.upc.edu/sirena/docs/informe_sirena_2010.pdf)>. [2011f].

UPC. Universitat Politècnica de Catalunya. Campus del Baix Llobregat. En: *Portal del Campus del Baix Llobregat* [En línia]. Barcelona: UPC, actualització oct. 2011. [Consulta en: 09 abril 2012]. Disponible en: <<https://cbl.upc.edu>>. [2011g].

UPC. Universitat Politècnica de Catalunya. Power Studio Scada. En: *SIRENA* [En línia]. Barcelona: UPC, 2012. [Consulta en: 10 jul 2012] Disponible en: <<http://147.83.195.65:1025/html/index.html>>. [2012a].

UPC. Universitat Politècnica de Catalunya. *Instituto de Sostenibilidad - SIRENA* [En línia] Barcelona: UPC, 2012. [Consulta en: 09 abril 2012]. Disponible en: <<http://www.upc.edu/sirena/>>. [2012b].

UPC. Universitat Politècnica de Catalunya. Oficina per a la Gestió Sostenible Com funciona un POE? En: *Recursos i Serveis per a la Gestió Sostenible*. [En línia]. Barcelona: UPC, mar 2012. [Consulta en: 29 jul 2013] Disponible en: <<http://www.upc.edu/gestiosostenible/equips-de-treball/equips-de-millora-poe/documentacio-de-les-sessions-de-treball/com-funciona-un-poe-pdf/view>>. [2012c].

UPC. Universitat Politècnica de Catalunya. Oficina per a la Gestió Sostenible. Resum de conclusions de la 1ª sessió de treball POE 2012. En: *Recursos i Serveis per a la Gestió Sostenible*. [En línia]. Barcelona: UPC, mar 2012. [Consulta en: 02 jul 2013] Disponible en: <<http://www.upc.edu/gestiosostenible/equips-de-treball/equips-de-millora-poe/documentacio-de-les-sessions-de-treball/1a-sessio-treball-poe-2012/conclusions-de-la-1a-sessio-de-treball/view>>. [2012d].

UPC. Universitat Politècnica de Catalunya. Grup de Treball d'Eficiència i Estalvi Energètic. Pla d'Estalvi Energètic 2010-2014: resultats 2012. En: *SlideShare*. [En línia]. Barcelona: Grup de Treball d'Eficiència i Estalvi Energètic, mar 2013. [Consulta en: 02 jul 2013] Disponible en: <[http://www.slideshare.net/UPC\\_gestiosostenible/resultats-pla-destalvi-energetic-2012](http://www.slideshare.net/UPC_gestiosostenible/resultats-pla-destalvi-energetic-2012)>. [2013a].

UPC. Universitat Politècnica de Catalunya. Oficina per a la Gestió Sostenible. Programa d'actuacions d'estalvi energètic 2013. En: *Recursos i Serveis per a la Gestió Sostenible*. [En línia]. Barcelona: UPC, jun 2013. [Consulta en: 29 jul 2013] Disponible en: <[http://www.upc.edu/gestiosostenible/plans-i-projectes/pla-destalvi-energetic/Programadactuacionsdestalvienergetic2013\\_mesures2.pdf](http://www.upc.edu/gestiosostenible/plans-i-projectes/pla-destalvi-energetic/Programadactuacionsdestalvienergetic2013_mesures2.pdf)>. [2013b].

UPC. Universitat Politècnica de Catalunya. Grup de Treball d'Eficiència i Estalvi Energètic. En: *Recursos i Serveis per a la Gestió Sostenible: seguiment de resultats*. [En línia] Barcelona: Grup de Treball d'Eficiència i Estalvi Energètic, Març 2014. [Consulta: 10 setembre 2014]. Disponible en: <[http://pt.slideshare.net/UPC\\_gestiosostenible/resultats-estalvi-energetic-upc-2013](http://pt.slideshare.net/UPC_gestiosostenible/resultats-estalvi-energetic-upc-2013)>. [2014a].

UPC. Universitat Politècnica de Catalunya. Sirena. En: *Recursos i Serveis per a la Gestió Sostenible: Monitorització i sistemes d'informació* [En línia]. Barcelona: UPC, maig 2014 [Consulta en: 10 setembre 2014] Disponible en: <<http://www.upc.edu/gestiosostenible/plans-upc/pla-destalvi-energetic/monitorizacio-i-sistemes-dinformacio>>. [2014b].

UPC. Universitat Politècnica de Catalunya. Sirena 3.3.37. En: *Sirena 3.3.37* [En línia]. Barcelona: UPC, 2014 [Consulta en: 27 novembre 2014] Disponible en: <<http://sirenaupc.dexcell.com/dashboard/widgets.htm>>. [2014c].

UPC - Universitat Politècnica de Catalunya. Principals indicadors del curs 2013-2014. En: *Fets i xifres. UPC - Universitat Politècnica de Catalunya* [En línia] Barcelona: UPC, 2015. [Consulta: 6 julio 2015]. Disponible en: <<http://www.upc.edu/la-upc/la-institucio/fets-i-xifres>>. [2015a].

UPC. Universitat Politècnica de Catalunya. Sirena 3.3.67. En: *Sirena 3.3.67* [En línia]. Barcelona: UPC, 2015 [Consulta en: 13 mayo 2015]

Disponível em: < <http://sirenaupc.dexcell.com/dashboard/widgets.htm>>. [2015b].

## Apêndice C - UPF

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR ISO 14001: Sistemas de Gestão Ambiental. Especificação e diretrizes para uso*. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Tarifas de fornecimento de energia elétrica. Cadernos temáticos ANEEL 4. En: *ANEEL* [En línea]. Brasília: ANEEL, 2005. [Consulta: 22 ene. 2013]. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/caderno4capa.pdf>>.

ASHRAE. American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers. *ASHRAE Standard 55: Thermal environmental conditions for human occupancy*. Atlanta - USA: ASHRAE, 2004.

Assumpção, L. F. J.; Peluso, R. M. B.; Freschi, M. *Manual do sistema de gestão ambiental*. Passo Fundo: UPF, 2011.

Barros, M. A. T. M. gerador de eletricidade aumenta impacto da emissão de poluentes. *Agência USP de Notícias*, 23 abril 2007.

Brandli, L. et al. Gestão ambiental em instituições de ensino superior: uma abordagem às práticas de sustentabilidade da Universidade de Passo Fundo. *OLAM - Ciência & Tecnologia*. Rio Claro – SP, dez. 2007, ano VII, v.7, n.3, p. 24-44. ISSN 1982-7784.

Brandli, L. L. et al. Sustainability evaluation of graduate courses in a university of South of Brazil. En: *ERSCP-EMSU 2010, Delft, NL, October 25-29, 2010*. Delft, NL: TUDelft/The Hague University, 2010. ISBN 9789051550658. Disponível em: <<http://repository.tudelft.nl/view/conferencepapers/uuid%3A6c997b8d-7277-40bd-be01-a7e5322ca6be/>>. [381\_Brandli.pdf].

Brandli, L. L.; Frandoloso, M.; Tauchen, J. A. Improving the environmental work at University of Passo Fundo, Brazil - towards an environmental management system. *BJO&PM. Brazilian Journal of Operations and Production Management*, julho 2011, v. 8, n. 2, p. 31-54. ISSN 1679-8171.

Brandli, L. L. et al. Avaliação da presença da sustentabilidade ambiental no ensino dos cursos de graduação da Universidade de Passo Fundo. *Avaliação (UNICAMP)*, julho 2012, vol. 17, núm. 02, p. 433-454. [Consulta: 21 outubro 2012]. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1414-40772012000200008>>. ISSN 1414-4077.

Brandli, L. L. et al. Evaluation of sustainability using the AISHE Instrument: case study in a Brazilian university. *Brazilian Journal of Science and Technology*, jan. 2014, vol. 1:4, p. 1-13. [Consulta: 05 enero 2014]. Disponível em: <<http://www.bsjt-journal.com/content/1/1/4>>. ISSN 2196-288X. doi:10.1186/2196-288X-1-4.

Brasil. *Resolução CONAMA n.º 003, de 28 de junho de 1990*. Diário Oficial da União, Brasília, de 22/08/90, pp. 15937-15939, Seção I.

Brasil. *Lei 9795/1999*. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília, 27 de abril de 1999.

Brasil. *Decreto 4.281/2002*. Regulamenta a Lei no 9.795/1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, e dá outras providências. Brasília, 25 de junho de 2002.

Brasil. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Resolução nº2, de 15 de junho de 2012. *Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental*. En: Portal MEC [En línea]. Brasília: CNE, 2012. [Consulta: 7 Dec 2012]. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=17810:2012&catid=323:orgaos-vinculados](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=17810:2012&catid=323:orgaos-vinculados)>. [Arquivo rcp002\_12.pdf].

Carpes, V. et al. Fazendo a lição de casa. A: Marques, A. de O. (org.) *Caderno de Educação Ambiental*. Passo Fundo: Editora IFIBE, 2012. ISBN 978-85-991-8490-5.

Campos Calvo-Sotelo, P. *La universidad en España: historia, urbanismo y arquitectura*. Madrid: Centro de Publicaciones, Ministerio de Fomento, 2000. ISBN 8449804728.

Comissão de Elaboração da Política Social e Ambiental UPF. *Política Ambiental da Universidade de Passo Fundo*. Passo Fundo: UPF, dec. 2012. [Texto digitado].

Comissão de Elaboração da Política de Responsabilidade Social e Meio Ambiente. Proposta em construção da política de desenvolvimento social - meio ambiente da UPF. UPF, 2013. [Texto digitado]

Cunha, E. G. da; Frandoloso, M. A. L.; Mascaró, J. J. (Org.). *Elementos de arquitetura de climatização natural: método projetual buscando a eficiência energética nas edificações*. Passo Fundo: UPF, 2003. 1ed. ISBN 85-751-5157-6. [2ed. Porto Alegre: Masquatro Editora, 2006. ISBN 85-99897-03-9].

Dalmolin, B. M.; Moretto, C. M. (Org.) *Política de responsabilidade social 2013/2016*. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2014. ISBN 978-85-7515-844-9.

Ferrer, D.; Buckland, H.; Mingo, M. El rol de la universitat a la societat en el desenvolupament sostenible des d'una perspectiva de canvi sistèmic: el cas de la UPC. En: *1r Congrés UPC Sostenible 2015*. 12 i 13 de juliol de 2007. Barcelona: Centre per a la Sostenibilitat, 2007, p. 247-250. [Consulta 26 jul. 2012]. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/2099/3550>>.

Ferrer-Balas, D. et al. An international comparative analysis of sustainability transformation across seven universities. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 2008, vol. 9, issue 3, p. 295-316. ISSN 1467-6370.

Fraga, K. T. *Avaliação da sustentabilidade ambiental da Universidade de Passo Fundo*. Dissertação Mestrado, Universidade de Passo Fundo, Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Programa de Pós-Graduação em Engenharia: infra-estrutura e meio ambiente, Passo Fundo, 2011. [Disponível em: <<http://www.ppgeng.upf.br/images/stories/2009%20kellen%20fraga.pdf>>].

Frandoloso, M. A. L. *Crêterios de projeto para escolas fundamentais bioclimáticas*. Orientação de Mascaró, Lucia Elvira Alicia Raffo de. Dissertação. Dissertação Mestrado em Economia e Habitabilidade na Arquitetura, 2001. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura. Porto Alegre: UFRGS, Faculdade de Arquitetura, 2002. [Consulta 06 nov. 2013]. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/2955>>.

- Frndoloso, M. A. L. *Projeto de Pesquisa 792: Análise e diagnóstico da utilização de recursos naturais na Universidade de Passo Fundo, visando a eficiência ambiental e econômica*. Passo Fundo, 2006.
- Frndoloso, M. A. L. *Relatório de Pesquisa: Análise e diagnóstico da utilização de recursos naturais na Universidade de Passo Fundo, visando a eficiência ambiental e econômica (3a renovação)*. Passo Fundo, 2012.
- Frndoloso, M. A. L. *Relatório de Pesquisa: Análise e diagnóstico da ecoeficiência na Universidade de Passo Fundo*. Passo Fundo, 2014.
- Frndoloso, M. A. L. et al. Improving the environmental assessment at Universidade de Passo Fundo – Brazil. En: *EMSU2008 Conference contributions. Environmental management of Sustainable Universities*, 5, Barcelona, 15-17 Oct. 2008. Barcelona: UPC/UAB/RCE, 2008. p. 493-502. [Consulta: 28 enero 2009]. Disponible en: <[http://emsu.org/www/index.php?option=com\\_content&task=view&id=51&Itemid=65](http://emsu.org/www/index.php?option=com_content&task=view&id=51&Itemid=65)>.
- Frndoloso, M. A. L. et al. Empowering the university role of fostering education for sustainability and regional sustainability in Southern Brazil: the University of Passo Fundo experience. En: *ERSCP-EMSU 2013, Istanbul, Juny 4-7, 2013*. Istanbul: Bogaziçi University, 2013. ISBN 9789051550658. [Paper ID291].
- Givoni, B. Comfort, climate analysis and building design guidelines. *Energy and Buildings*, Elsevier, n.18, p.11-23, 1992. ISSN 0378-7788.
- Google Earth. *Imágenes 29 mayo 2011*. Google Inc., 2011. Software, v.6.1.0.5001, compilación 17 Oct 2011.
- Guareschi, E. A. *O processo de construção da universidade de Passo Fundo*. Passo Fundo: UPF, 2001. 8 vol.
- Guareschi, E. A. *Universidade comunitária: uma experiência inovadora*. Passo Fundo: Berthier; Aldeia Sul, 2012. ISBN 978-85-7912-091-6.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Regiões de Influência das Cidades – 2008. En: *IBGE* [En línea]. Rio de Janeiro: IBGE, 2008. [Consulta: 7 julio 2011]. Disponible en: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/regic.shtm>>.
- Jansen, L. The challenge of sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, 2003, vol. 11, issue, pp. 231-245. ISSN 0959-6526.
- Korf., E. P. et al. Quality air monitoring in a Brazilian University: the use of passive samplers. Leal Filho, W. et al. (org) *Integrating Sustainable Thinking in Science and Engineering Curricula*. World Sustainability Series. Switzerland: Springer, 2015. DOI10.1007/978-3-319-09474-8\_20.
- LabEEE - UFSC. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, Universidade Federal de Santa Catarina. Estatics for Passo\_FuTM2. En: *LabEEE-UFSC* [En línea]. Florianópolis: LabEEE-UFSC, 2006. [Archivo Passo\_FuTM2.audit].
- Ligget, R; Milne, M. *Climate Consultant 5.4 (Build 4)*. Software, UCLA Energy Design Tool Group, Oct. 7, 2012. [Consulta: 7 febrero 2013]. Disponible en: <<http://www.energy-design-tools.aud.ucla.edu/>>.
- Magro, M. L. *Os espaços externos do Campus I da Universidade de Passo Fundo: análise da percepção dos usuários e de suas preferências*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre: UFRGS, 2006.
- Pandolfo, A. et al. *Planejamento estratégico da FEAR - UPF*. Passo Fundo: Comissão de Planejamento Estratégico FEAR, 2011.
- Piamba Tulcan, O. E. *Estudo do desempenho do grupo moto-gerador alimentado com diferentes misturas diesel-biocombustíveis e avaliação das emissões*. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica - Termociências). Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2009. [Consulta: 30 marzo 2016]. Disponible en: <<http://www.mec.uff.br/pdffteses/OscarEdwinPiambaTulcan2009.pdf>>.
- Quevedo Melo et al. El análisis bioclimático del Campus I de la Universidade de Passo Fundo - Brasil: la influencia de la vegetación en el microclima urbano. En: *PARJAP Argentina 2007: planeamiento y gestión de los espacios verdes, V Congreso Iberoamericano de Parques y Jardines*, San Miguel de Tucumán, 05-08 Nov 2007. 1 CD-ROM.
- Quevedo Melo, E. F. R.; Refosco, A.C.; Frndoloso, M.A.L. Análise bioclimática e vegetação do Campus I da Universidade de Passo Fundo. En: *Encontro Latino Americano de Universidades Sustentáveis: universidades sustentáveis, possibilidades e desafios - I ELAUS*, Passo Fundo, 01-03 Set 2008. Passo Fundo: UPF, USP, UNC, 2008. ISBN 978-85-7515-661-2.
- Roriz, M. Arquivos climáticos de municípios brasileiros. En: *LabEEE-UFSC* [En línea]. São Carlos - SP: Roriz, 2012. [Consulta 12 junio 2012]. Disponible en: <[http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/arquivos\\_climaticos/sobre\\_epw.pdf](http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/arquivos_climaticos/sobre_epw.pdf)>. [2012a].
- Roriz, M. Arquivo climático Passo Fundo - RS. En: *LabEEE-UFSC* [En línea]. São Carlos - SP: Roriz, 2012. [Consulta 12 junio 2012]. Disponible en: <<http://www.labeee.ufsc.br/downloads/arquivos-climaticos/formato-epw>>. [Archivo RS\_Passo\_Fundo.epw]. [2012b].
- Roorda, N. *AISHE. Auditing Instrument for Sustainability in Higher Education*. English text. Dutch Committee on Sustainable Higher Education. Amsterdam, NL: DHO, 2001.
- Roorda, N. *Sailing on the winds of change. the odyssey to sustainability of the Universities of Applied Science in the Netherlands*. PhD Thesis, Universitaire Pers Maastricht. Tilburg/Masstricht, NL: Datawyse/Universitaire Pers Maastricht, 2010. [Consulta 20 julio 2012]. Disponible en: <<http://arno.unimaas.nl/show.cgi?fid=20168>>. ISBN 978-90-5278980-4.
- Tauchen, J. *Um modelo de gestão ambiental para implantação em Instituições de Ensino Superior*. Passo Fundo, 153p, 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de Passo Fundo, 2006.
- Tauchen, J.; Brandli, L. L. A Gestão ambiental em instituições de ensino superior: modelo para implantação em campus universitário. *Gestão&Produção*, São Carlos, v.13, n.3, p.503-515, set.-dez. 2006. ISSN 0104-530x.
- Trewartha, G. *An introduction to climate*. 5th. ed. New York: McGraw-Hill, 1980. ISBN 0070651523.
- UPF. Universidade de Passo Fundo. *Planejamento Estratégico da Universidade de Passo Fundo (relatório)*. Passo Fundo: Reitoria UPF, 2003.
- UPF. Universidade de Passo Fundo. *Relatório de atividades 2004*. En: *UPF* [En línea] Passo Fundo: UPF, 2005. [Consulta: 10 julio 2005]. Disponible en: <<https://secure.upf.br/apps/conteudo/relatorios.php?u=513>>. [Archivo atividades2004.pdf]. [2005a].
- UPF. Universidade de Passo Fundo. Políticas de Responsabilidade Social da Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo: Comissão Institucional para Elaboração de Documento sobre Responsabilidade Social, Oct 2005. [2005b].
- UPF. Universidade de Passo Fundo. *Plano de desenvolvimento institucional: plano quinquenal para o desenvolvimento institucional da UPF*

2012 - 2016. Passo Fundo: GPI - UPF, dez 2011.

UPF. Universidade de Passo Fundo. *Plano de desenvolvimento institucional: plano quinquenal para o desenvolvimento institucional da UPF 2012 - 2016*. Passo Fundo: GPI - UPF, 2012. [Arquivo pdi\_2012\_2016\_versaofinal.pdf]. [2012a].

UPF. Universidade de Passo Fundo. Mapa do campus I En: *UPF* [En línea] Passo Fundo: UPF, 2012. [Consulta 12 diciembre 2012]. Disponible en:<<http://www.upf.br/site/images/stories/mapaGR.jpg>>. [2012b].

UPF. Universidade de Passo Fundo. *Relatório de atividades 2012*. Passo Fundo: Editora Universitária, 2013. 1 CD-ROM. [2013a].

UPF. Universidade de Passo Fundo. *Planejamento Estratégico Institucional: acompanhamento 2013*. Passo Fundo: NNE, Reitoria, 2013. [Arquivo pei\_execucao.pdf]. [2013b].

UPF. Universidade de Passo Fundo. *Informativo 08/2013*. En: *UPF* [En línea] Passo Fundo: UPF, agosto 2013. [Consulta: 28 noviembre 2014]. Disponible en:<<https://secure.upf.br/apps/conteudo/informativos.php>>. [2013c].

UPF. Universidade de Passo Fundo. *Relatório de atividades 2013*. Passo Fundo: Editora Universitária, 2014.

UPF. Universidade de Passo Fundo. *Informações UPF 2015/1*. Passo Fundo: Informações Institucionais UPF, 2015.

UPF. Universidade de Passo Fundo. *Planejamento Estratégico Institucional: acompanhamento 2015*. Passo Fundo: NNE, Reitoria, 2015. [Arquivo pei\_acompanhamento\_execucao\_2015\_1.pdf]. [2015b].

## Apêndice D

Ariel (?). *Memória descritiva e justificativa do pré-plano da Cidade Universitária de Passo Fundo*, 1958. s.n.t.

Assumpção, L. F. J.; Peluso, R. M. B.; Freschi, M. *Manual do sistema de gestão ambiental*. Passo Fundo: UPF, 2011.

Atcon, R. P. Manual para o planejamento integral do campus universitário. Conselho de Reitores das Universidades Brasileiras. FAU, 1978.

Bertolin, J. C. G. O processo de planejamento da UPF. En: Bertolin, J. C. G; Souza, J. C. C. de (Org.). *Planejamento institucional de uma universidade comunitária: ideias, propostas e experiências na UPF*. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2012, p. 113-139. ISBN 9788575154724. [2012a]

Bertolin, J. C. G. Conclusão: na senda para o equilíbrio entre qualidade e sustentabilidade. En: Bertolin, J. C. G; Souza, J. C. C. de (Org.). *Planejamento institucional de uma universidade comunitária: ideias, propostas e experiências na UPF*. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2012, p. 140-149. ISBN 9788575154724. [2012b].

Bertolin, J. C. G. As universidades comunitárias no contexto de quase mercado. En: Bertolin, J. C. G; Souza, J. C. C. de (Org.). *Planejamento institucional de uma universidade comunitária: ideias, propostas e experiências na UPF*. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2012, p. 67-79. ISBN 9788575154724. [2012c].

Bessant, J.; Francis, J. Using learning networks to help improve manufacturing competitiveness. *Technovation*, jun. 1999, vol. 19, issue 6/7, 373-381. ISBN 0166-4972.

Brandli, L. L.; Leal Filho, W.; Frandoloso, M. A. L.; Korf, E. P.; Daris, D. The Environmental Sustainability of Brazilian Universities: barriers and pre-conditions . En: Leal Filho, W. (eds.) *Integrating Sustainability Thinking in Science and Engineering Curricula*. World Sustainable Series. Switzerland: Springer International Publishing, 2015, 63-74. DOI 10.1007/978-3-319-09474-8\_5.

Brasil. *Lei 9795/1999*. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília, 27 de abril de 1999.

Brasil. *Decreto 4.281/2002*. Regulamenta a Lei no 9.795/1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, e dá outras providências. Brasília, 25 de junho de 2002.

Brasil. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Resolução nº2, de 15 de junho de 2012. *Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental*. En: Portal MEC [En línea]. Brasília: CNE, 2012. [Consulta: 7 Dec 2012]. Disponible en:<[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=17810:2012&catid=323:orgaos-vinculados](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=17810:2012&catid=323:orgaos-vinculados)>. [Arquivo rcp002\_12.pdf].

Brasil. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO. *Portaria n.º 299, de 19 de junho de 2013*. En: *INMETRO* [En línea]. [Consulta: 25 noviembre 2014]. Disponible en:<<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001982.pdf>>. [2013a].

Brasil. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO. *Portaria INMETRO 410/2013 de 16 de agosto de 2013*. En: *INMETRO* [En línea]. [Consulta: 27 agosto 2013]. Disponible en:<<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC002015.pdf>>. [2013b].

Brasil. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação. *Instrução normativa (IN) Nº02, de 04 de junho de 2014*. En: *DataPrev* [En línea]. [Consulta: 25 noviembre 2014]. Disponible en:<<http://www010.dataprev.gov.br/sislex/paginas/38/MPOG/2014/2.htm>>.

Bosch Gonzales, M. et al. *Avaluació energètica d'edificis: experiència de la UPC*. Barcelona, UPC, 2006. ISBN 84-8301-861-6.

CBCS. Conselho Brasileiro de Construção Sustentável. Aspectos de construção sustentável no Brasil e promoção de políticas públicas. En: CBCS [En línea]. Rio de Janeiro: CBCS, PNUMA, Ministério do Meio Ambiente, nov. 2014. [Consulta 4 abril 2015]. Disponible en:<<http://www.cbcs.org.br/website/aspectos-construcao-sustentavel/show.asp?ppgCode=31E2524C-905E-4FC0-B784-118693813AC4>>.

CEPEL. Centro de Pesquisas de Energia Elétrica. Guia para eficientização energética nas edificações públicas Versão 1.0 outubro 2014 / Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – CEPEL; coordenador Ministério de Minas e Energia - MME En: *MME* [En línea] Rio de Janeiro: CEPEL, 2014. [Consulta 26 abril 2015]. Disponible en:<[http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial/manchete/-/asset\\_publisher/neRB8QmDsbU0/content/mme-lanca-guia-para-eficiencia-energetica-nas-edificacoes-publicas](http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial/manchete/-/asset_publisher/neRB8QmDsbU0/content/mme-lanca-guia-para-eficiencia-energetica-nas-edificacoes-publicas)>.

- Comissão de Elaboração da Política de Responsabilidade Social e Meio Ambiente. Proposta de Política Social e Meio Ambiente da UPF. UPF, 2012. [Texto digitado]
- Comissão de Elaboração da Política de Responsabilidade Social e Meio Ambiente. Proposta em construção da política de desenvolvimento social - meio ambiente da UPF. UPF, 2013. [Texto digitado]
- CONSUN - UPF. Conselho Universitário da Universidade de Passo Fundo. Ata nº499 de 17 de setembro de 2013.
- Dalmolin, B. M.; Moretto, C. M. Responsabilidade social: uma característica inerente às instituições de ensino superior. En: Bertolin, J. C. G.; Souza, J. C. C. de (Org.). *Planejamento institucional de uma universidade comunitária: ideias, propostas e experiências na UPF*. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2012, p. 54-66. ISBN 9788575154724.
- Dalmolin, B. M.; Moretto, C. M. (Org.) *Política de responsabilidade social 2013/2016*. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2014. ISBN 978-85-7515-844-9.
- Daychouw, M. *40 ferramentas e técnicas de gerenciamento*. Rio de Janeiro: Brasport, 2007. ISBN 8574523036.
- Dyson, R. G. Strategic development and SWOT analysis at the University of Warwick. *European Journal of Operational Research*, n.152, p. 631-640, 2004. ISSN 0337-2217. [Consulta: 02 ago 2013]. Disponível em: <<http://web.archive.org/web/20120913032253/http://www2.egi.ua.pt/cursos/files/sad/strategic%20development%20and%20SWOT%20analysis.pdf>>.
- Fávero, M. de L. de A. A Universidade no Brasil: das origens à Reforma Universitária de 1968. En: *Educar*, Curitiba, n. 28, p. 17-36, 2006.
- Frandoloso, M. A. L. *Projeto de Pesquisa 792: Análise e diagnóstico da utilização de recursos naturais na Universidade de Passo Fundo, visando a eficiência ambiental e econômica*. Passo Fundo, 2006.
- Frandoloso, M. A. L. *Relatório de Pesquisa: Análise e diagnóstico da utilização de recursos naturais na Universidade de Passo Fundo, visando a eficiência ambiental e econômica (3a renovação)*. Passo Fundo, 2012.
- Frandoloso, M. A. L. *Relatório de Pesquisa: Análise e diagnóstico da ecoeficiência na Universidade de Passo Fundo*. Passo Fundo, 2014.
- Frandoloso, M. A. L.; Brandli, L. L. Assessment and Guidelines to Improve Eco-efficiency and Indoor Comfort at University of Passo Fundo, Brazil. *Journal of Civil Engineering and Architecture*. v. 9, n.2, Feb. 2015, p. 179-187. doi: 10.17265/1934-7359/2015.02.006. ISSN 1934-7359.
- Frandoloso, M. A. L.; Brandli, L. L.; Pedrosa, F. B. How to improve eco-efficiency and indoor comfort at University of Passo Fundo - Brazil. En: *PLEA2012, 28th Conference, Opportunities, Limits & Needs Toward an environmentally responsive architecture*. Lima Peru, 7-9 Nov. 2012. Lima: PUC-Peru/PLEA. 1 Pen-drive. [Consulta: 05 mayo 2013]. Disponível em: <<http://www.plea2012.pe/pdfs/T02-20120130-0069.pdf>>. ISBN: 978-612-4057-89-2.
- Frandoloso, M. A. L. et al. Empowering the university role of fostering education for sustainability and regional sustainability in Southern Brazil: the University of Passo Fundo experience. En: *ERSCP-EMSU 2013, Istanbul, Juny 4-7, 2013*. Istanbul: Bogaziçi University, 2013. ISBN 9789051550658. [Paper ID291].
- Guareschi, E. A. *O processo de construção da universidade de Passo Fundo*. Passo Fundo: UPF, 2001. [v.1 UPF: antecedentes e origens; v.2 UPF: nascimento e implantação; v.3 UPF: organização multicampi; v.5 UPF: o campus físico; v.7 UPF: a experiência de planejamento, avaliação e gestão].
- Guareschi, E. A. *Universidade comunitária: uma experiência inovadora*. Passo Fundo: Berthier; Aldeia Sul, 2012. ISBN 978-85-7912-091-6.
- Haila, F.; Tell, J. Creating synergies between SMEs and universities for ISO 14001 certification. *Journal of Cleaner Production*. June 2013, vol. 48, p. 85-92. ISBN ISSN 0959-6526.
- IPEPLAN. Instituto de Pesquisas e Planejamento. *Relatório 1969*. Passo Fundo: FUPF, s.d.
- IPEPLAN. Instituto de Pesquisas e Planejamento. *Relatório 1972*. Passo Fundo: FUPF, 30/11/1973.
- Leal Filho W. About the role of universities and their contributions to sustainable development. *Higher Education Policy*, dec. 2011, vol. 24, p.427-438. doi:10.1057/hep.2011.16. ISSN 0952-8733.
- Learned, E. P. et al. *Business policy: text and cases*. USA: University of Minnesota; R. D. Irwin, 1973. ISBN 9780256014518.
- Lozano, R. Are companies planning their organisational changes for corporate sustainability? an analysis of three case studies on resistance to change and their strategies to overcome it. *Corporate Social Responsible Environment Management*, sep-oct 2013, vol. 20, p. 275-295. Article first published online: 21 May 2012. doi:10.1002/csr.1290.
- Magro, M. L. *Os espaços externos do Campus I da Universidade de Passo Fundo: análise da percepção dos usuários e de suas preferências*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre: UFRGS, 2006.
- Medeiros, J. F. de; Rodrigues, V. M. O planejamento estratégico na Faculdade de Engenharia e Arquitetura. En: Bertolin, J. C. G.; Souza, J. C. C. de (Org.). *Planejamento institucional de uma universidade comunitária: ideias, propostas e experiências na UPF*. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2012, p. 102-109. ISBN 9788575154724.
- Menezes, E. T. de; Santos, T. H. dos. "MEC/USAID" (verbete). *Dicionário Interativo da Educação Brasileira*- EducaBrasil. São Paulo: Midiamix Editora, 2002. [Consulta: 09 mar 2013]. Disponível em: <<http://www.educabrasil.com.br/eb/dic/dicionario.asp?id=325>>.
- Mistura, C. et al. *Política de desenvolvimento social – meio ambiente da UPF*. UPF: Comissão de Elaboração da Política de Responsabilidade Social e Meio Ambiente, 2013 [Texto digitado].
- Oliveira, D. de P. R. de. *Planejamento estratégico: conceitos, metodologia e práticas*. 24ª ed. São Paulo: Atlas, 2007. ISBN 978-85-224-4926-2.
- Pandolfo, A. et al. *Planejamento estratégico da FEAR - UPF*. Passo Fundo: Comissão de Planejamento Estratégico FEAR, 2011.
- Porter, M. E. *Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência*. 2.ed. Rio de janeiro: Elsevier, 2004. 3ª reimpr. ISBN 85-352-1526-3.

Pinto, G. de A.; Buffa, E. *Arquitetura educacional: câmpus universitários brasileiros*. São Carlos – SP: EDUFSCar, 2009. ISBN 978-85-7600-178-2.

SEBRAE. Ferramenta 5W2H. En: *SEBRAE*, 2008. [Consulta: 14 noviembre 2010]. Disponible en: <[http://www.trema.gov.br/qualidade/cursos/5w\\_2h.pdf](http://www.trema.gov.br/qualidade/cursos/5w_2h.pdf)>.

Somos todos UPF. *A UPF que queremos*. Passo Fundo: Somos todos UPF. Chapa 1, 2014 [Folder de divulgação].

Thompson Jr., A. A. *Planejamento estratégico: elaboração, implementação e execução*. São Paulo: Pioneira, 2004. ISBN 8522102120.

Tomashow, M. *The nine elements of a sustainable campus*. Massachusetts, USA: MIT Press, 2014. ISBN 978026202711-3.

ULSF. University Leaders for a Sustainable Future. *Declaración de Talloires: declaración de líderes de universidades para un futuro sostenible*. En: *ULSF*. [En línea]. ULSF, 1990 [Consulta: 14 enero 2005]. Disponible en: <[http://www.ulsf.org/pdf/Spanish\\_TD.pdf](http://www.ulsf.org/pdf/Spanish_TD.pdf)>.

UNESCO. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Education for Sustainable Development. *Draft International Implementation Scheme for the UN Decade of Education for Sustainable Development (2005-2014)*. En: *UNESCO* [En línea]. UNESCO, 2004 [Consulta: 14 enero 2005]. Disponible en: <[http://portal.unesco.org/education/admin/file\\_download.php/Final+IIS.pdf?URL\\_ID=36026&filename=10994104393Final\\_IIS.pdf&filetype=application%2Fpdf&filesize=834142&name=Final+IIS.pdf&location=user-S/](http://portal.unesco.org/education/admin/file_download.php/Final+IIS.pdf?URL_ID=36026&filename=10994104393Final_IIS.pdf&filetype=application%2Fpdf&filesize=834142&name=Final+IIS.pdf&location=user-S/)>.

UNESCO. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. *Shaping the Future We Want. UN Decade of Education for Sustainable Development (2004-2014). Final Report*. En: *UNESCO* [En línea]. Paris: UNESCO, 2014 [Consulta: 19 nov. 2014]. Disponible en: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002301/230171e.pdf>>. ISBN 978-92-3-100053-9.

UPC. Universitat Politècnica de Catalunya. Oficina per a la Gestió Sostenible. Resum de conclusions de la 1ª sessió de treball POE 2012. En: *Recursos i Serveis per a la Gestió Sostenible*. [En línea]. Barcelona: UPC, mar 2012. [Consulta en: 02 jul 2013] Disponible en: <<http://www.upc.edu/gestiosostenible/equips-de-treball/equips-de-millora-poe/documentacio-de-les-sessions-de-treball/1a-sessio-treball-poe-2012/conclusions-de-la-1a-sessio-de-treball/view>>. [2012a]

UPC. Universitat Politècnica de Catalunya. Oficina per a la Gestió Sostenible Com funciona un POE? En: *Recursos i Serveis per a la Gestió Sostenible*. [En línea]. Barcelona: UPC, mar 2012. [Consulta en: 29 jul 2013] Disponible en: <<http://www.upc.edu/gestiosostenible/equips-de-treball/equips-de-millora-poe/documentacio-de-les-sessions-de-treball/com-funciona-un-poe-pdf/view>>. [2012b]

UPF. Universidade de Passo Fundo. *FUPF: o campus universitário*. Passo Fundo: UPF, 1991.

UPF. Plano Institucional de Desenvolvimento Rumo ao Século 21. Passo Fundo: UPF, 1994.

UPF. Universidade de Passo Fundo. *Atualização do Plano Diretor: proposta-sugestão*. Passo Fundo: UPF, 1996.

UPF. *Planejamento Estratégico da Universidade de Passo Fundo (relatório)*. Passo Fundo: Reitoria UPF, 2003.

UPF. Universidade de Passo Fundo. *Plano de desenvolvimento institucional: plano quinquenal para o desenvolvimento institucional da UPF 2012 - 2016*. Passo Fundo: GPI - UPF, dez 2011.

UPF. Universidade de Passo Fundo. *Plano de desenvolvimento institucional: plano quinquenal para o desenvolvimento institucional da UPF 2012 - 2016*. Passo Fundo: GPI - UPF, 2012. [Arquivo pdi\_2012\_2016\_versaofinal.pdf].

UPF. Universidade de Passo Fundo. *Relatório de atividades 2012*. Passo Fundo: Editora Universitária, 2013. 1 CD-ROM. [2013a].

UPF. Universidade de Passo Fundo. *Planejamento Estratégico Institucional: acompanhamento 2013*. Passo Fundo: NNE, Reitoria, 2013. [Arquivo pei\_execucao.pdf]. [2013b].

UPF. Universidade de Passo Fundo. *Auditoria aponta avanço da UPF nas questões ambientais*. Passo Fundo: Assessoria de Imprensa UPF, 20 março 2014.

UPF. Universidade de Passo Fundo. Auditoria aponta avanço da FUPF nas questões ambientais. En: *UPF Notícias* [En línea]. Passo Fundo: Assessoria de Imprensa UPF, 08 mayo 2015. [Consulta: 08 mayo 2015]. Disponible en: <[http://www.upf.br/site/index.php?option=com\\_wrapper&Itemid=48&codNoticia=24312#.VVcDEPIVj4g](http://www.upf.br/site/index.php?option=com_wrapper&Itemid=48&codNoticia=24312#.VVcDEPIVj4g)>. [2015a].

UPF. Universidade de Passo Fundo. *Planejamento Estratégico Institucional: acompanhamento 2015*. Passo Fundo: NNE, Reitoria, 2015. [Arquivo pei\_acompanhamento\_execucao\_2015\_1.pdf]. [2015b].

Waas, T.; Hugé J.; Ceulemans K.; Lambrechts W.; Vandenabeele J.; Lozano R.; Wright T. *Sustainable higher education - understanding and moving forward*. Brussels: Flemish Government— Environment, Nature and Energy Department, 2012. [Consulta: 12 mayo 2014]. Disponible en: <[http://www.vub.ac.be/klimostoolkit/sites/default/files/documents/sustainable\\_higher\\_education\\_understanding\\_and\\_moving\\_forward\\_waas\\_et\\_al\\_.pdf](http://www.vub.ac.be/klimostoolkit/sites/default/files/documents/sustainable_higher_education_understanding_and_moving_forward_waas_et_al_.pdf)>.

### III. ANEXOS

#### ANEXO I ESCENARIOS DE LA ENERGÍA EN ESPAÑA Y BRASIL

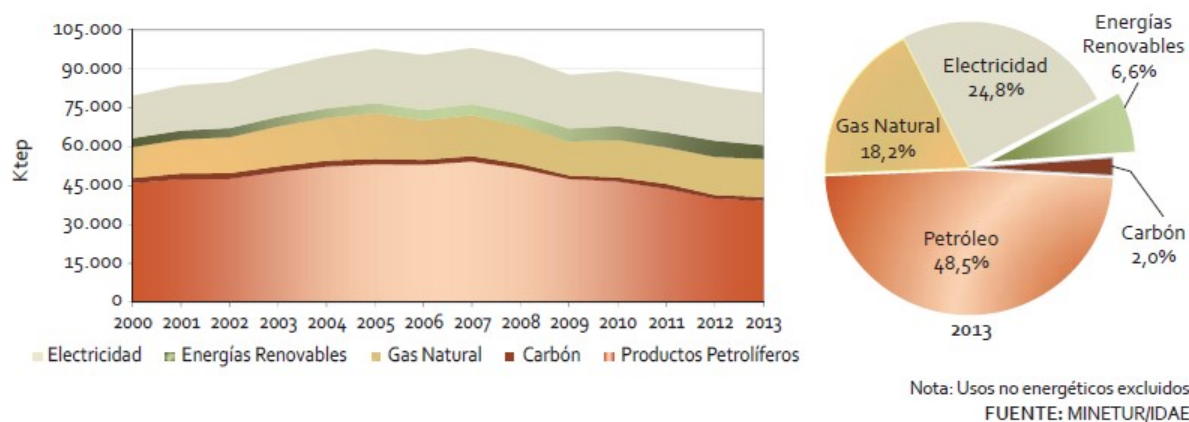


Figura 175 Evolución del consumo de energía final por fuentes 2000-2013 (España 2014, 159)

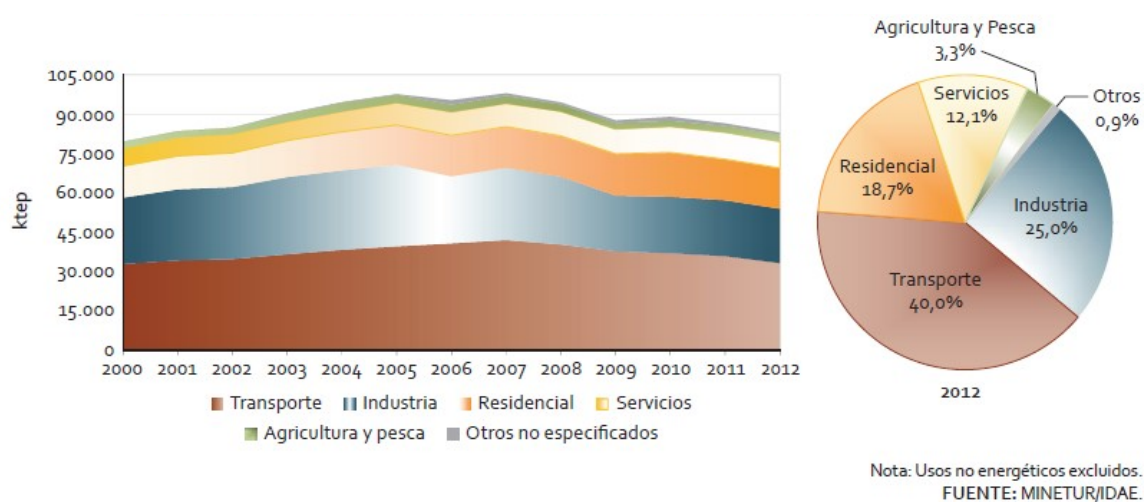


Figura 176 Evolución de la demanda sectorial de energía final 2002-2012 (España 2014, 162).

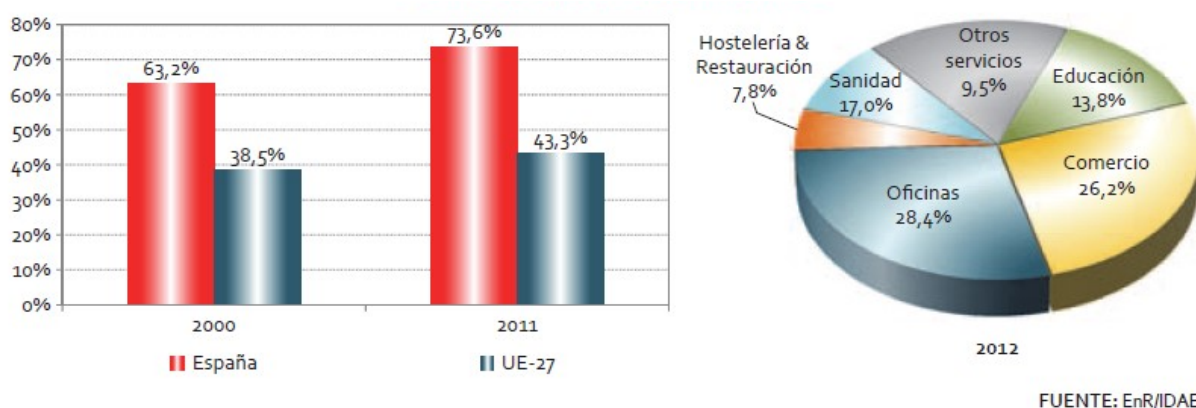


Figura 177 Representatividad y estructura del consumo eléctrico del sector servicios en España y UE (España 2014, 157).

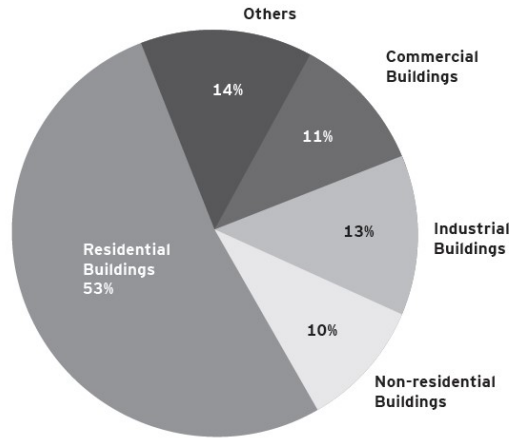


Figura 178 Estructura del sector de la construcción en Brasil – IBGE 2010 (GBC Brasil 2013, 6).

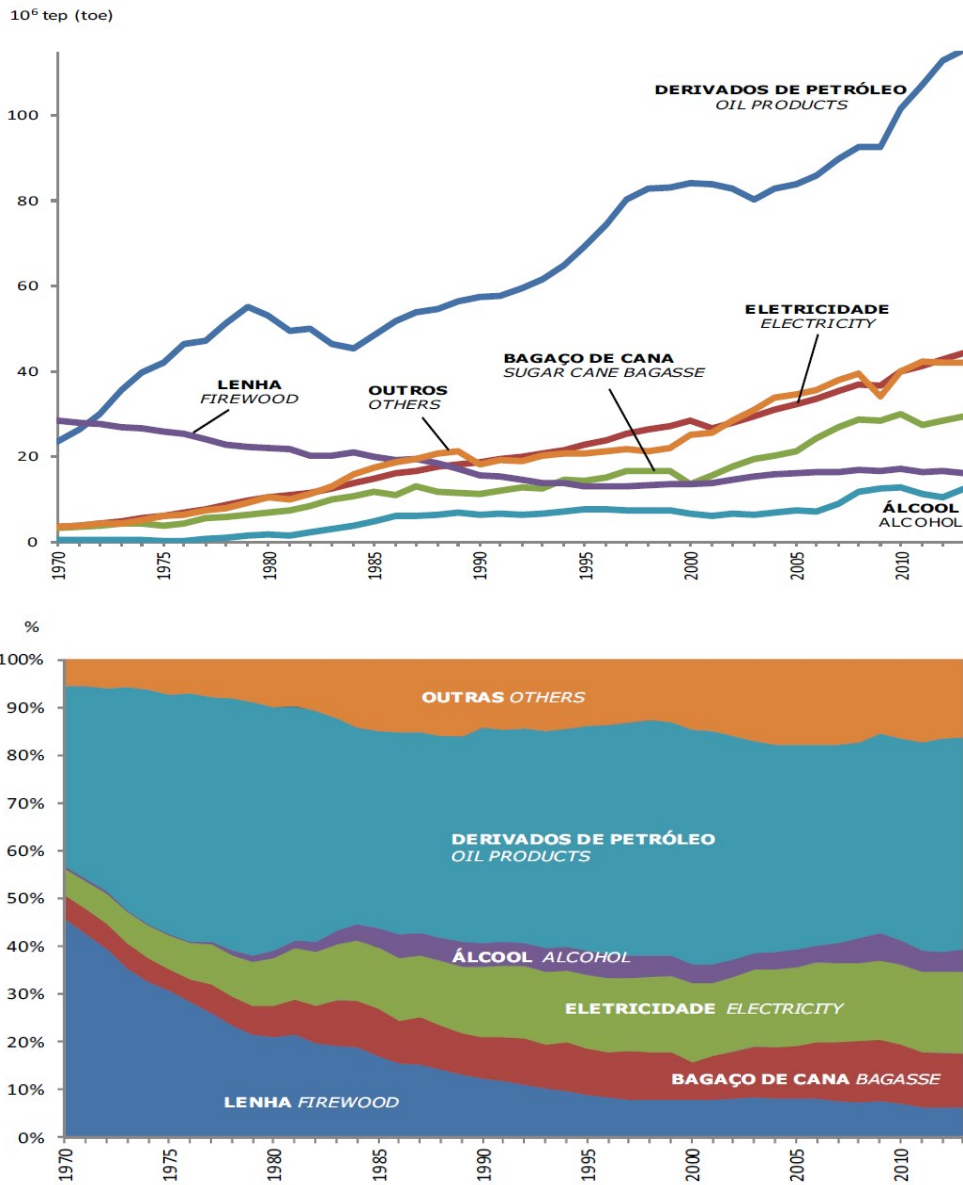


Figura 179 Consumo final de energía por fuente 1970-2013 (EPE 2014a, 25; 27).



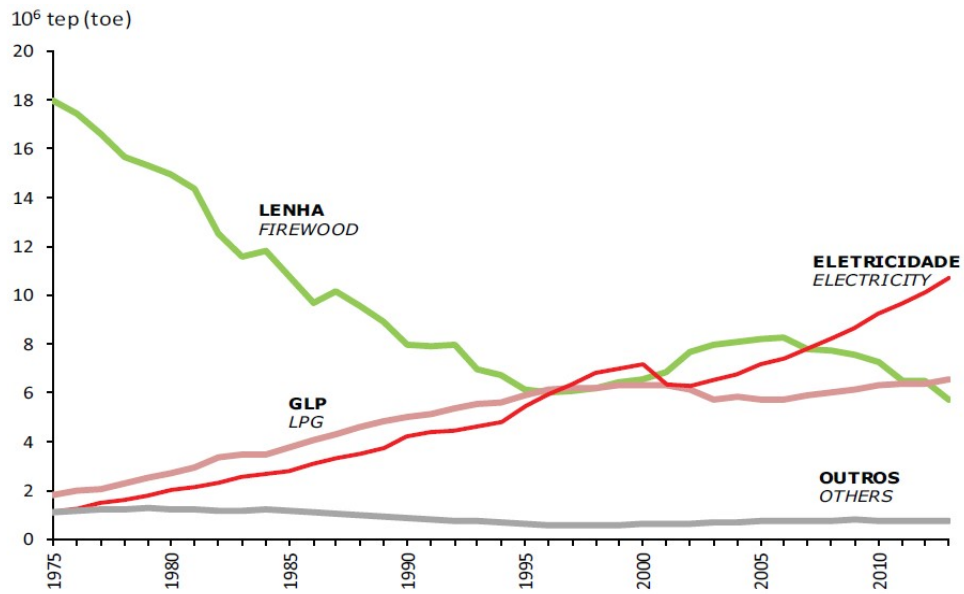


Figura 180 Consumo energético en el sector de la vivienda (EPE 2014a, 80).

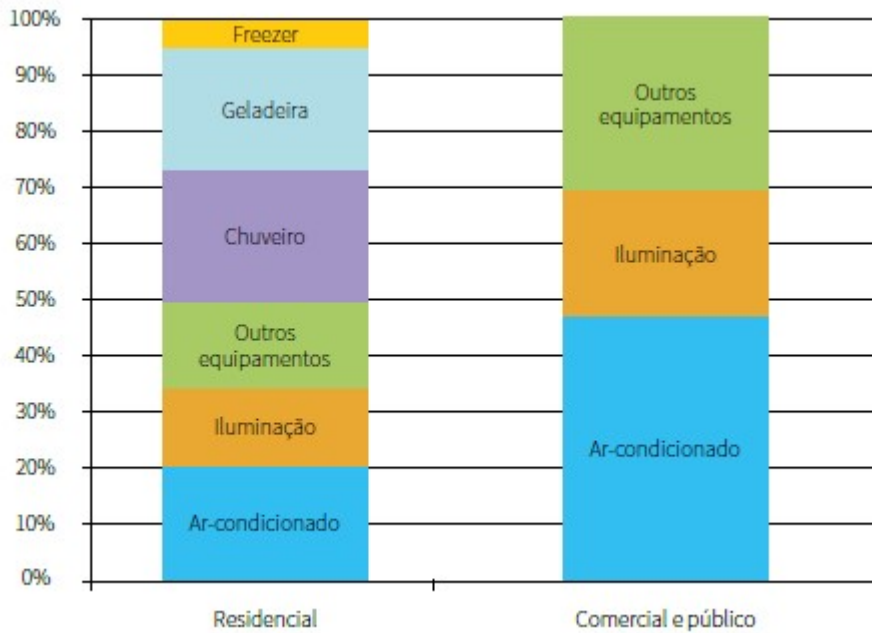


Figura 181 Participación de los usos finales en el consumo energético de los edificios (CBCS 2014, 53).

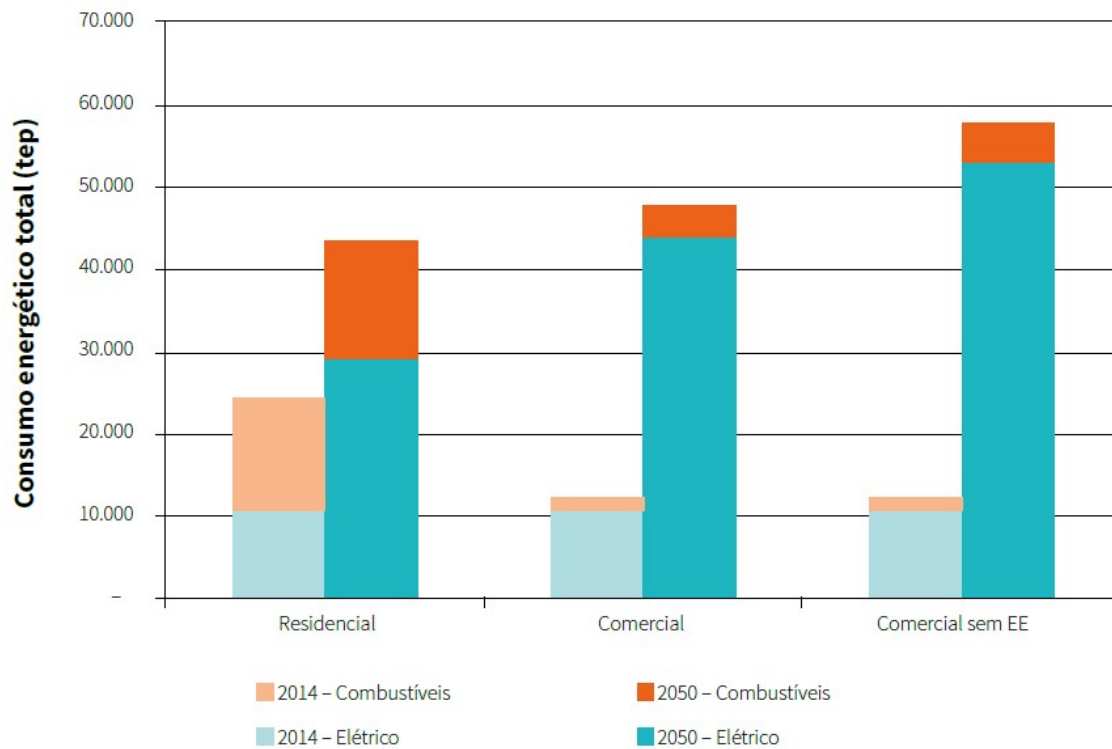


Figura 182 Previsión del aumento de consumo energético en la edificación (CBCS 2014, 53).

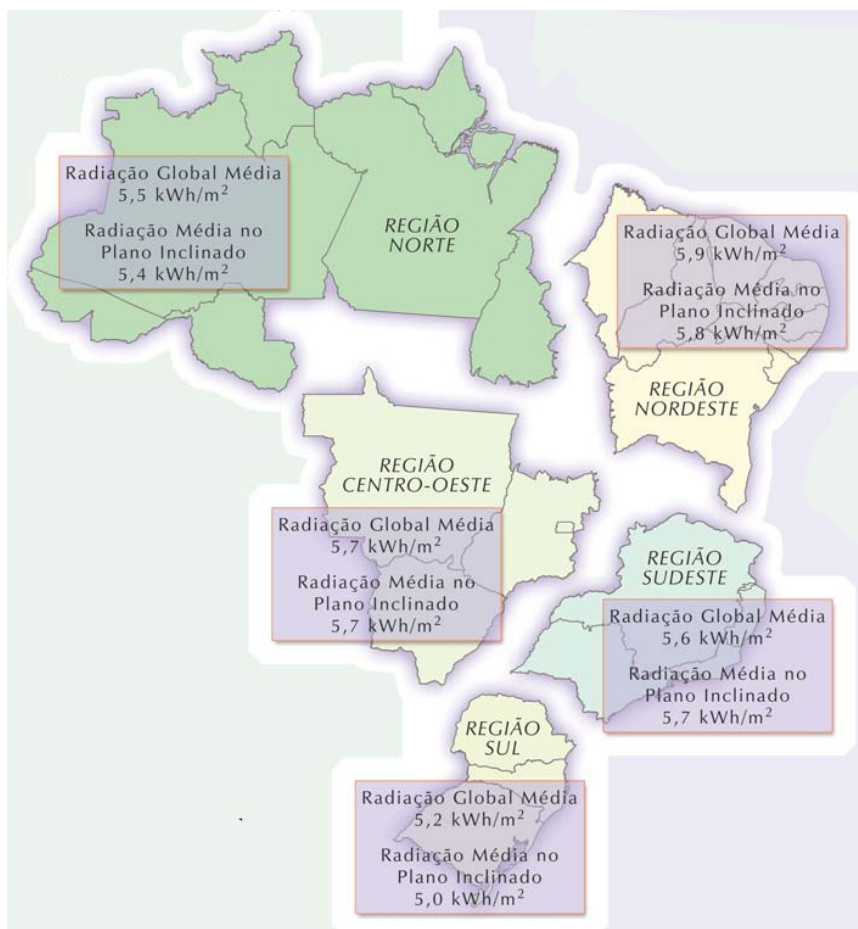


Figura 183 Promedio anual del potencial de energía solar para las regiones brasileñas (Pereira et al. 2006, 48).

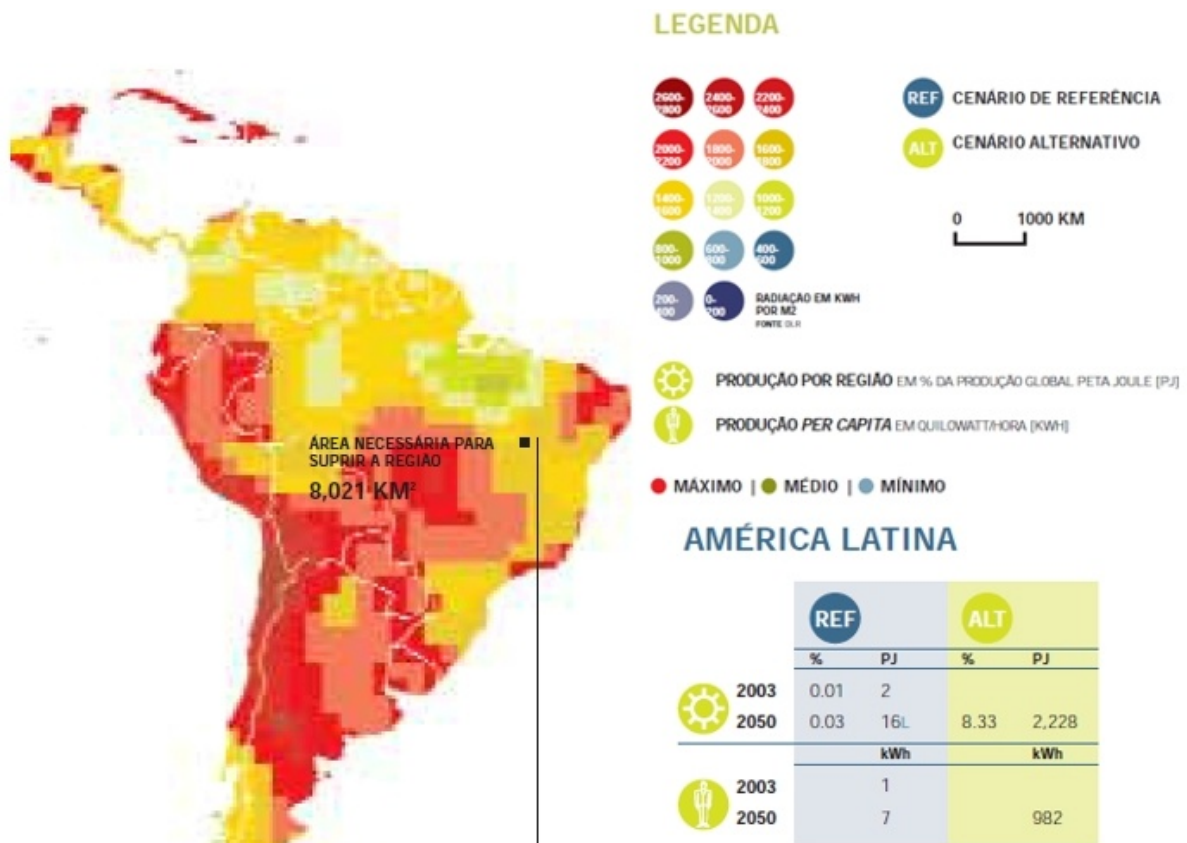


Figura 184 Escenários de referencia para la energía solar en Latinoamérica 2003-2050 (Greenpeace 2007, 66).

## ANEXO II DECLARACIÓN DE TALLOIRES



Association of  
UNIVERSITY LEADERS  
FOR A SUSTAINABLE  
FUTURE

### Declaración de Líderes de Universidades para un Futuro Sostenible

#### DECLARACION DE TALLOIRES

Nosotros, los rectores, vicerrectores, y vicescancilleres de las universidades de todo el mundo, estamos conscientes del rápido e impredecible crecimiento de la contaminación, de la degradación del medio ambiente y del agotamiento de los recursos naturales. De hecho, la contaminación del agua y del aire local, regional y global, la destrucción y la disminución de bosques, suelos y agua, la reducción de la capa de ozono y la emisión de gases contaminantes peligran en contra la supervivencia de los seres humanos y especies vivientes, la integridad de la tierra y su biodiversidad, la seguridad de las naciones y en contra de la herencia que permaneciera para las futuras generaciones. Estos cambios en el medio ambiente son causados por una producción desequilibrada e insostenible y por patrones de consumo que agravan los niveles de pobreza en muchas regiones del mundo.

Creemos así, que se requieren urgentes acciones para combatir y revertir la tendencia de los problemas anteriormente mencionados.

De esta forma, la estabilización de la población humana, la adopción de tecnologías agrícolas e industriales ambientalmente sanas, la reforestación y la restauración ecológica, son elementos esenciales en la creación de un futuro equilibrado y sostenible para que la humanidad esté en armonía con la naturaleza. Las universidades tienen un papel importante en la educación, investigación, formación de políticas y en el intercambio de información necesaria para alcanzar estos objetivos.

Las universidades deben proporcionar así, el liderazgo y el apoyo para movilizar los recursos internos y externos, de modo que sus instituciones respondan a este urgente desafío. Nosotros, por lo tanto, hemos acordado en ejercer las siguientes acciones:

1. Aprovechar cada oportunidad para despertar la conciencia del gobierno, las industrias, las fundaciones y las universidades en expresar públicamente la necesidad de encaminarnos hacia un futuro ambientalmente sostenible.
2. Incentivar a la universidad para que se comprometa con la educación, investigación, formación de políticas e intercambios de información de temas relacionados con población, medio ambiente y desarrollo y así alcanzar un futuro sostenible.
3. Establecer programas que formen expertos en gestión ambiental, desarrollo sostenible, demografía y temas afines para asegurar así que los egresados universitarios tengan una capacitación ambiental y sean ciudadanos responsables.
4. Crear programas que desarrollen la capacidad de la universidad en enseñar el tema del medio ambiente a estudiantes de pregrado, postgrado e institutos profesionales.
5. Ser un ejemplo de responsabilidad ambiental estableciendo programas de conservación de los recursos, reciclaje y reducción de desechos dentro de la universidad.
6. Involucrar al gobierno (en todos los niveles), a las fundaciones y a las industrias, en el apoyo a la investigación universitaria, educación, formación de políticas e intercambios de información sobre desarrollo sostenible. Extender también este trabajo a las organizaciones no gubernamentales (ONG) y encontrar así soluciones más integrales a los problemas del medio ambiente.
7. Reunir a los profesionales del medio ambiente para desarrollar programas de investigación, formación de políticas e intercambios de información para alcanzar de esta forma un futuro ambientalmente sostenible.
8. Asociarse con colegios de educación básica y media para capacitar a sus profesores en la enseñanza de problemas relacionados con población, medio ambiente y desarrollo sostenible.
9. Trabajar con la Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo, CNUMAD, El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA y otras organizaciones nacionales e internacionales para promover un esfuerzo universitario a nivel mundial que conlleve a un futuro sostenible.
10. Establecer un Comité Directivo y un Secretariado para continuar esta iniciativa y para informarse y apoyarse los unos a los otros en el cumplimiento de esta Declaración.

Figura 185 Declaración de Talloires (USLF 1990).

## ANEXO III DECLARACIONES A PARTIR DE LA UNDES D - UNESCO

Year	Declaration or charter – Partners involved	Summary
2005	<b>Bergen Communiqué</b> European Union (EU) education ministers, European Commission and other consultative members	Calls on EU universities to build upon sustainability principles, references the Bologna Process as a key mechanism to establish a European Higher Education Area by 2010, and that the process should be based on the principle of sustainability.
2005	<b>Graz Declaration on Committing Universities to Sustainable Development</b> Copernicus Campus, Karl-Franzens University Graz, Technical University Graz, Oikos International, UNESCO	Stresses the key opportunities that the Bologna Process creates for embedding sustainability across higher education.
2008	<b>G8 University Summit Sapporo Sustainability Declaration</b> G8 University Network	Recognizes the need for global sustainability and the responsibility of universities; calls on G8 leaders and societies to respond.
2008	<b>ProSPER.Net Charter</b> UNU-IAS	Promotion of Sustainability in Postgraduate Education and Research: Network of institutions (Asia-Pacific)
2009	<b>World Conference on Higher Education</b> UNESCO	Calls on governments to increase investment in higher education, encourage diversity and strengthen regional cooperation to serve societal needs.
2009	<b>Turin Declaration on Education and Research for Sustainable and Responsible Development</b> G8 University Network	Acknowledges the pivotal role that higher education institutions and scientific research organizations should play in supporting sustainability at global and local levels.
2010	<b>UNICA Green Academic Footprint Pledge</b> UNICA Network (Network of Universities from the Capitals of Europe)	Emphasizes the unique position of universities at the different capitals of Europe.
2011	<b>Declaración de las Américas por la Sustentabilidad de y desde la Universidad</b> Inter-American Organization for Higher Education	Commitment of universities to assume institutional responsibility to respond to the global environmental crisis and encourage other social actors to do the same.
2012	<b>The People's Treaty on Sustainability for Higher Education</b> Copernicus Alliance, 35 HE agencies, associations and organizations	Developed to influence international negotiations and dialogues, it is a formal voluntary commitment of HEIs to Rio+20.
2012	<b>Higher Education Declaration for Rio+20</b> UN DESA, UNESCO, UNEP, UN Global Compact, and UNU	Acknowledges the responsibility that universities bear in the international pursuit of sustainable development; identifies actions and encourages them to take a whole-institution approach to achieving a sustainable future.

Figura 186 Declaraciones y comprometimientos de las IHEs durante da UNDES D (UNESCO 2014, 128).

## ANEXO IV EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD EN LAS UNIVERSIDADES

STARS 2.0 Credit Checklist			
<b>1. ACADEMICS</b>			
<b>Curriculum</b> 40 points available	AC 1	Academic Courses	14
	AC 2	Learning Outcomes*	8
	AC 3	Undergraduate Program*	3
	AC 4	Graduate Program*	3
	AC 5	Immersive Experience*	2
	AC 6	Sustainability Literacy Assessment	4
	AC 7	Incentives for Developing Courses	2
	AC 8	Campus as a Living Laboratory*	4
	AC 9	Academic Research*	12
<b>Research</b> 18 points available	AC 10	Support for Research*	4
	AC 11	Access to Research*	2
<b>2. ENGAGEMENT</b>			
<b>Campus Engagement</b> 20 points available	EN 1	Student Educators Program	4
	EN 2	Student Orientation	2
	EN 3	Student Life	2
	EN 4	Outreach Materials and Publications	2
	EN 5	Outreach Campaign	4
	EN 6	Employee Educators Program	3
	EN 7	Employee Orientation	1
	EN 8	Staff Professional Development	2
	EN 9	Community Partnerships	3
<b>Public Engagement</b> 22 points available	EN 10	Inter-Campus Collaboration	2
	EN 11	Continuing Education*	5
	EN 12	Community Service	5
	EN 13	Community Stakeholder Engagement	2
	EN 14	Participation in Public Policy	2
	EN 15	Trademark Licensing*	2
	EN 16	Hospital Network*	1
<b>3. OPERATIONS</b>			
<b>Air and Climate</b> 11 points available	OP 1	Greenhouse Gas Emissions	10
	OP 2	Outdoor Air Quality	1
	OP 3	Building Operations and Maintenance	4
<b>Buildings</b> 8 points available	OP 4	Building Design and Construction*	3
	OP 5	Indoor Air Quality	1
<b>Dining Services</b> 7 points available	OP 6	Food and Beverage Purchasing*	4
	OP 7	Low Impact Dining*	3
<b>Energy</b> 10 points available	OP 8	Building Energy Consumption	6
	OP 9	Clean and Renewable Energy	4
<b>Grounds</b> 3-4 points available	OP 10	Landscape Management*	2
	OP 11	Biodiversity*	1-2
	OP 12	Electronics Purchasing	1
<b>Purchasing</b> 6 points available	OP 13	Cleaning Product Purchasing	1
	OP 14	Office Paper Purchasing	1
	OP 15	Inclusive and Local Purchasing	1
	OP 16	Life Cycle Cost Analysis	1
	OP 17	Guidelines for Business Partners	1
<b>Transportation</b> 7 points available	OP 18	Campus Fleet*	1
	OP 19	Student Commute Modal Split*	2
	OP 20	Employee Commute Modal Split	2
	OP 21	Support for Sustainable Transportation	2
	OP 22	Waste Minimization	5
<b>Waste</b> 10 points available	OP 23	Waste Diversion	3
	OP 24	Construction and Demolition Waste Diversion*	1
	OP 25	Hazardous Waste Management	1
<b>Water</b> 5-9 points available	OP 26	Water Use	2-6
	OP 27	Rainwater Management	2
	OP 28	Wastewater Management	1
<b>4. PLANNING &amp; ADMINISTRATION</b>			
<b>Coordination, Planning and Governance</b> 8 points available	PA 1	Sustainability Coordination	1
	PA 2	Sustainability Planning	4
	PA 3	Governance	3
<b>Diversity and Affordability</b> 10 points available	PA 4	Diversity and Equity Coordination	2
	PA 5	Assessing Diversity and Equity	1
	PA 6	Support for Underrepresented Groups	2
	PA 7	Support for Future Faculty Diversity	1
	PA 8	Affordability and Access	4
<b>Health, Well-Being and Work</b> 7 points available	PA 9	Employee Compensation	3
	PA 10	Assessing Employee Satisfaction	1
	PA 11	Wellness Program	1
	PA 12	Workplace Health and Safety	2
<b>Investment</b> 7 points available	PA 13	Committee on Investor Responsibility*	2
	PA 14	Sustainable Investment*	4
	PA 15	Investment Disclosure*	1
<b>Total Points Available: 199-204</b>			
<b>5. INNOVATION</b>			
<b>Innovation</b> 4 points available	IN 1	Innovation Credit 1	1
	IN 2	Innovation Credit 2	1
	IN 3	Innovation Credit 3	1
	IN 4	Innovation Credit 4	1

\* credit does not apply to all institutions

Figura 187 Herramienta STARS – Sustainability Tracking Assessment & Rating System - (AASHE 2014).

## ANEXO V GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL EN LA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – USP



Figura 188 SGA – USP; desafios y perspectivas (adaptado de Phillip Jr. y Ambrizzi 2014a).

## ANEXO VI EDIFICIOS DE ENERGÍA CASI ZERO - NZEB

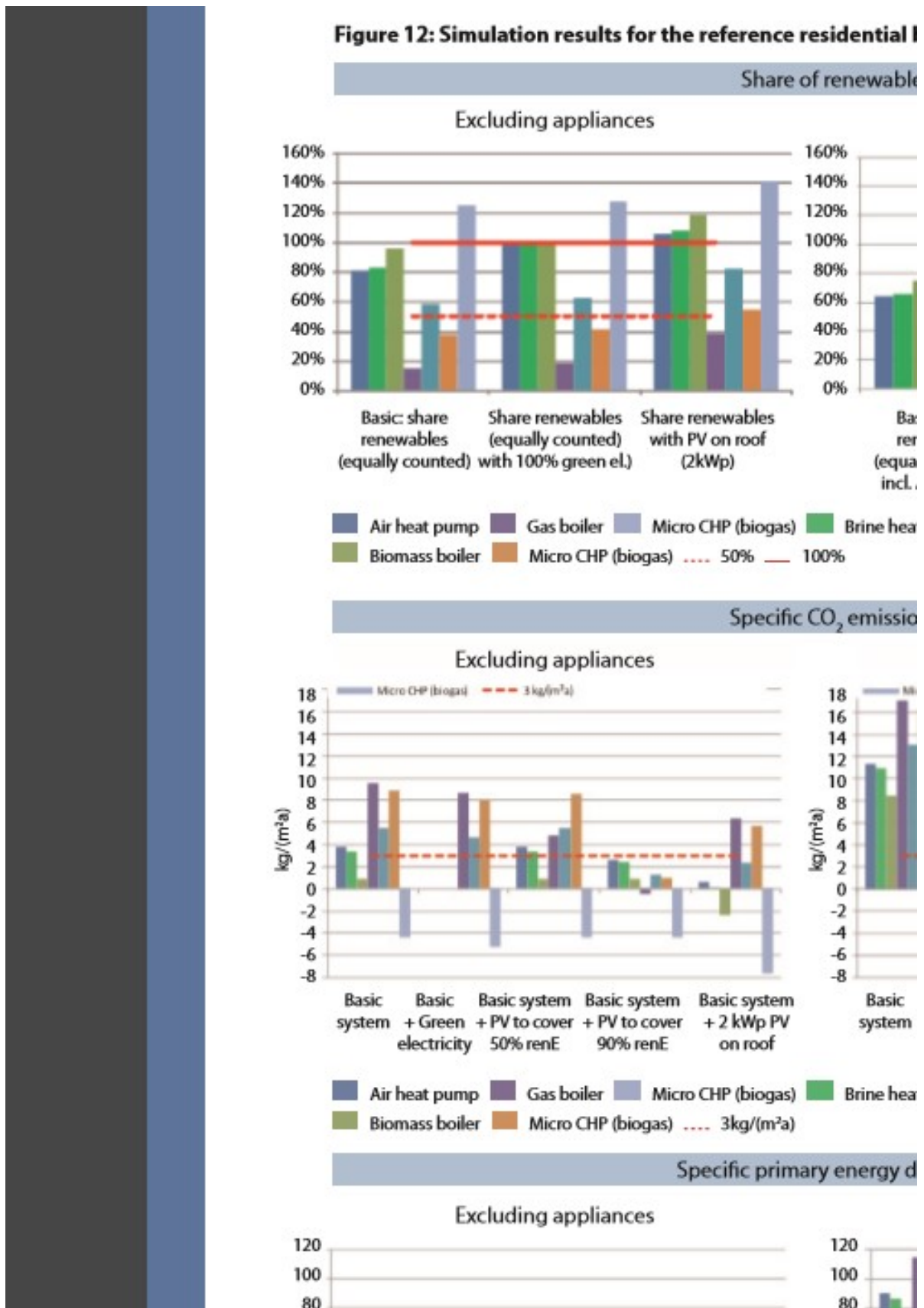


Figura 189 Simulación de los resultados para un edificio de oficinas en la zona climática de Madrid, según la evaluación del BPIE (Boerman et al. 2011, 68).



## ANEXO VII RELACIÓN CONFORT Y DESEMPEÑO ACADÉMICO

OUTCOMES	STUDY FEATURES					IEQ EXPOSURES						REFERENCES
						Pollutants				Thermal Conditions		
	Setting	Subject	Design	Key confounders controlled	Peer Reviewed?	VOCs	NO <sub>2</sub>	Biologicals	Particles	Higher temperature	Lower relative humidity	

### (a) Children in schools

performance tests	S/L	C	E	⊙	✓					↓	○	Schoer 1973
attendance, parent-recall	S	C	C	⊙	✓		↓					Pilotto 1997
attendance, recorded and parent recall	S	C	C		✓						↓	Green 1974

### (b) Adults in offices or laboratories

performance tests	L	A	E	⊙	✓	↓						Mollhave 1985
performance tests	L	A	E	⊙	✓	○						Otto 1992
simulated office tasks	O/L	A	E	⊙	✓	↓						Bakó-Biró 2004
concentration, self-reported	O	A	es	⊙	✓	↓		↓				Gyntelberg 1994
performance tests; self-assessed performance	O/L	A	E	⊙	c					○	↓	Witterseh 2002
telephone jobspeed	O	A	es/E		c					↓		Niemala 2002
telephone jobspeed	O	A	C	⊙	c					↓	○	Federspiel 2002
telephone jobspeed	O	A	C	⊙	c					○	○	Fisk 2002
simulated office tasks	O/L	A	E	⊙	c					○	○	Fang 2002
performance-related mental states	O	A	C	⊙	✓					↓	○	Mendell 2002b
learning efficiency	L	A	E	⊙	✓					↓	↓	Pepler 1968
typing tests	L	A	E	⊙	✓					↓		Wyon 1974
performance tests	L	A	E	⊙	✓					○		Wyon 1975
performance tests	L	A	E	⊙	✓					↓		Wyon 1979

#### LEGEND for Tables 1 and 2

##### Settings

- S school (indoor or outdoor)
- DC day care facility
- O office or other non-school workplace
- R residence
- L laboratory
- no specific setting

##### Subjects

- C children (age up to ~16 years)
- A adults (age over ~16 years)

##### Design

- E experiment
- qE quasi-experiment
- C cohort (prospective or retrospective)
- es cross-sectional

##### Control for Confounding

- ⊙ controlled or adjusted for key potential confounders

##### Peer Review

- ✓ peer reviewed
- c in conference proceeding

##### Relationships found

- no statistically significant or noteworthy relationship
- ↓ statistically significant or noteworthy decrease in beneficial outcome<sup>a</sup>
- ↑ statistically significant or noteworthy increase in beneficial outcome<sup>a</sup>
- ▒ finding from study of strong design

Figura 190 Relación entre calidad del aire y las condiciones térmicas y el desempeño académico (Mendell y Heath 2005, 31).

OUTCOMES	STUDY FEATURES					HVAC AND BUILDING CHARACTERISTICS										REFERENCES
						HVAC Characteristics					Building Characteristics					
	Setting	Subject	Design	Key contaminants controlled	Peer reviewed?	Lower ventilation rate	Airborne particle removal	Operable windows	Air-conditioning systems	Humidification systems	Personal thermal control	Better condition / cleaning	Newer building	Larger building	Carpet	

(a) Children in schools or day-care centers

reaction/performance tests	S	C/A	qE	⊙	c	↓										Myhrveid 1996
academic achievement tests	S	C	qE		✓				○							McNall 1967
achievement tests	S	C	cs		✓							↑				Berner 1993
attendance	DC	C	qE		✓	↑										Rosen 1999
attendance, records and parental recall	S	C	cs		✓					↑						Green 1974
attendance, records	S	C	C		✓					↑						Sale 1972

(b) Adults in offices or laboratories

simulated office tasks	O/L	A	E	⊙	✓	↓										Wargocki 2000
telephone job speed	O	A	qE	⊙	c	↓										Federspiel 2002
telephone job speed	O	A	qE	⊙	c	↓										Fisk 2002
simulated office tasks	O/L	A	E	⊙	c	○										Fang 2002
performance-related mental states	O	A	qE	⊙	✓		↑									Mendell 2002b
measured office work	O	A	qE	⊙	✓					↑						Kroner 1994
psychological tests of concentration	O	A	qE	⊙	c						○					Nilsen 2002
simulated office tasks	O/L	A	E	⊙	✓										↓	Wargocki 1999
simulated office tasks	O/L	A	E	⊙	c										↓	Lagercrantz 2000
lack of sick days, records	O	A	qE	⊙	c	○										Myatt 2002
attendance	O	A	C	⊙	✓	↓				↓						Milton 2000
lack of sick days, self-reported	O	A	cs	⊙	c			↑		↓	↑					Preller 1990
lack of sick days, records	O	A	qE	⊙	c							↑				Nilsen 2002

See footnotes to Table 1 for explanation of all variables and symbols used.

Figura 191 Relación entre calidad del aire, los sistemas de acondicionamiento, las características del edificio y el desempeño académico (Mendell y Heath 2005, 32).

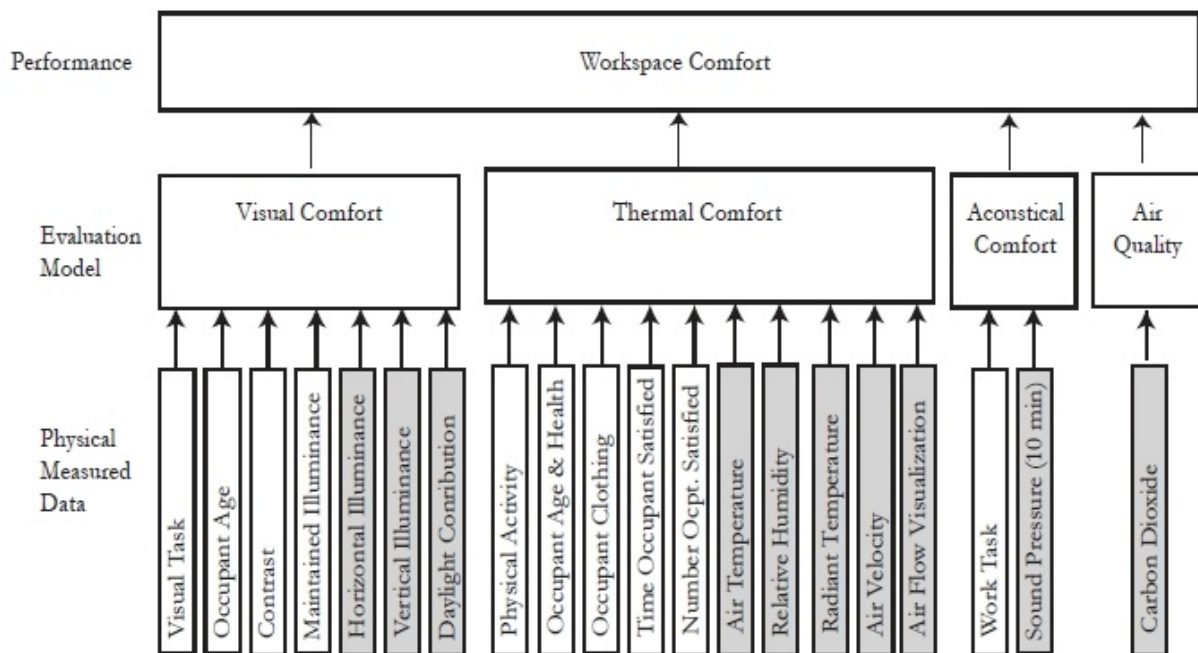


Figura 192 Objetivos técnicos para el confort en los puestos de trabajo (Mallory-Hill 2004, 222).

# ANEXO VIII UPC - UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA - ESPAÑA

## A. Pla UPC Sostenible 2015



Figura 193 Evaluación de proyectos de la Fase 1 - 2006-2010 del Pla UPC Sostenible 2015 (UPC 2010c, 11).

## B. Edificio Escola Superior d'Agricultura de Barcelona - ESAB, proposta Concurso ACA2

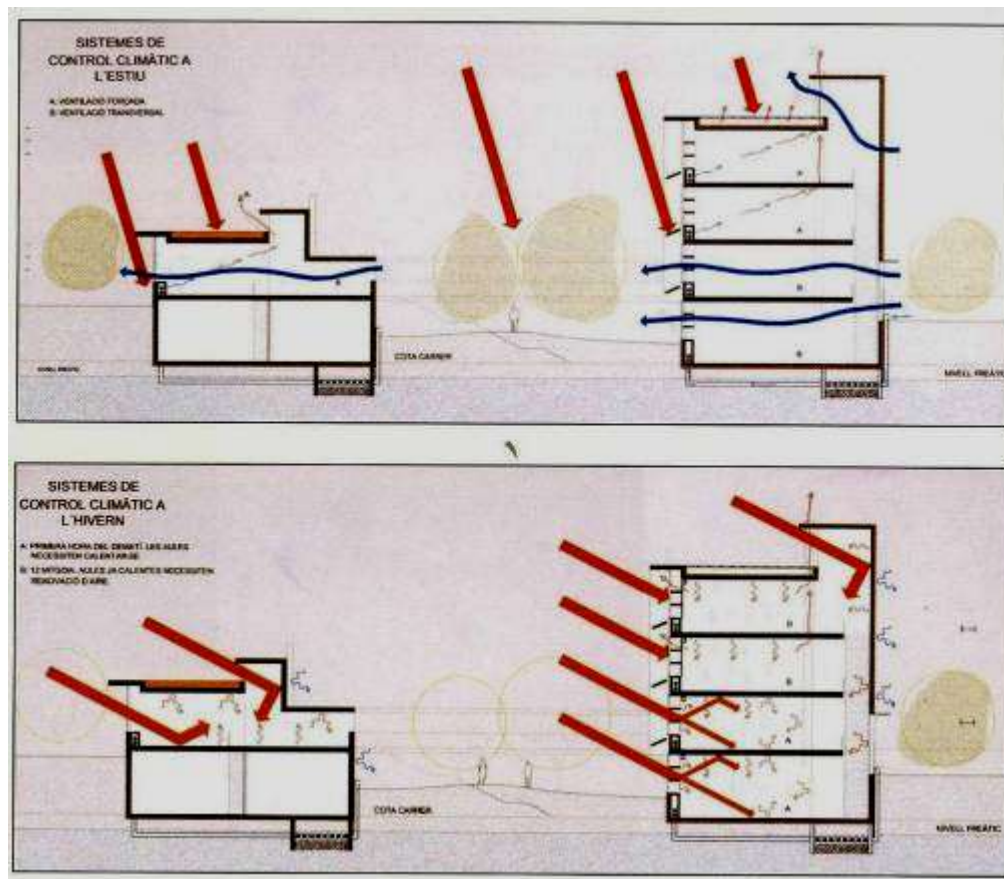


Figura 194 ESAB – secciones según Propuesta Ambiental ACA2 (Ferrer i Balas et al. 2003, 62).



Figura 195 a. ESAB – fachada este y sur; b. ESAB – fachada norte (fotografías del autor 2006).

### C. Edificio de Serveis, proposta Concurso ACA2.

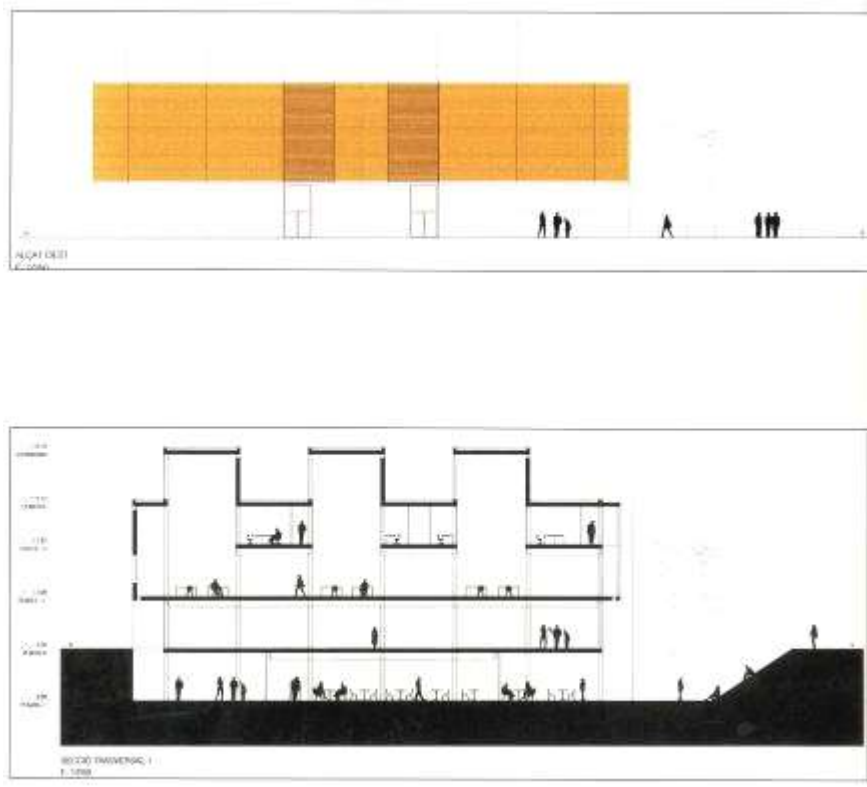


Figura 196 Edifici de Serveis – Proposta Ambiental Procés ACA2 (Ferrer i Balas et al. 2003, 106).



Figura 197 a. Edifici de Serveis – fachada Sur; b. Edifici de Serveis – vista noroeste (fotografías del autor 2006).

**D. Evaluación de la aplicación de los Criterios Ambientales en el Diseño, la construcción y la utilización de los edificios (UPC 1998) al Campus del Baix Llobregat.**

Criterios ambientales en el diseño, la construcción y la utilización de los edificios		EPSC	ESAB
<b>1. SUELO Y VEGETACIÓN</b>			
Conservación del suelo	<b>Proyecto 1</b> Retirar la primera capa de suelo, establecer mecanismos para conservación, y utilización posterior en el paisajismo del Campus.		
Plantación y trasplante de la vegetación	<b>Proyecto 2</b> Trasplante de los árboles y arbustos existentes, para ser replantados.		
	<b>Proyecto 3</b> Diseño del paisaje del Campus respetando el entorno del Delta (especies autóctonas).		
<b>2. AGUA</b>			
Estudio limnológico	<b>Proyecto 4</b> Elaboración del estudio de las aguas del lago de laminación del Campus.		
Recursos del entorno	<b>Proyecto 5</b> Diseño de un sistema de drenaje superficial que conduzca de manera natural el agua de la lluvia hacia el lago de laminación.		
Gestión del agua	<b>Proyecto 6</b> Utilización sostenible de las aguas del lago y subterráneas para riego.		
Consumo del agua	<b>Proyecto 7</b> Ahorro del agua en los edificios, de acuerdo con los criterios ambientales de la UPC		
<b>3. CONTAMINACIÓN ACÚSTICA</b>			
Protecciones contra el ruido exterior	<b>Proyecto 8</b> Instalación de pantallas acústicas artificiales en la parte de la autopista A-16 más cercana al Campus.		
	<b>Proyecto 9</b> Instalación de una barrera arbórea entre la autopista y el Campus.		
<b>4. MOVILIDAD</b>			
Tráfico y comunicaciones externas: transporte público	<b>Proyecto 10</b> Construcción del acceso entre la estación de RENFE y el Campus.		
	<b>Proyecto 11</b> Conexión de los carriles de bicicleta y peatonales con la red existente y prevista por el Ayuntamiento de Castelldefels.		
	<b>Proyecto 12</b> Presentar las necesidades de transporte público del Campus a las autoridades y compañías competentes.		
Movilidad interna	<b>Proyecto 13</b> Limitación física de la circulación de coches y motos en el interior del Campus.		
	<b>Proyecto 14</b> Instalación de <i>parkings</i> de bicicletas dentro del Campus.		
	<b>Proyecto 15</b> Promoción de uso compartido de vehículos a través de una aplicación informática del <i>car-pool</i> .		
<b>5. REDES E INSTALACIONES</b>			
Conductores y cableado	<b>Proyecto 16</b> Planificar las redes de instalaciones para garantizar la mejor distribución.		
Galerías de servicios	<b>Proyecto 17</b> Construcción de galerías de servicio bajo los viales de comunicación.		
Control centralizado de las instalaciones	<b>Proyecto 18</b> Usar mecanismos de gestión técnica centralizada (GTC).		
	<b>Proyecto 19</b> Instalación de detectores de personas en las aulas para desconectar los equipos de iluminación y de calefacción.		

(continua)

## 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS EDIFICIOS

<b>Objetivo</b>	<b>Proyecto 20</b> Reducción de un 30% del consumo energético respecto al usual en la Universidad (referencia: Campus Nord).		
<b>Captación de la energía solar</b>	<b>Proyecto 21</b> Instalación de paneles solares de agua caliente sanitaria y de calefacción por tierra radiante en los techos del edificio.		
	<b>Proyecto 22</b> Instalación de placas solares fotovoltaicas conectadas a la red eléctrica.		
<b>Calefacción, aire acondicionado y aislamiento</b>	<b>Proyecto 23</b> Utilización del sótano como cámara de aportación de aire frío.		
	<b>Proyecto 24</b> Instalación de paneles opacos para incrementar la inercia térmica.		
	<b>Proyecto 25</b> Utilización de las aguas del subsuelo para reducir los consumos de calefacción y refrigeración.		

## 7. RESIDUOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

<b>Materiales</b>	<b>Proyecto 26</b> Lista de los materiales de construcción del edificio.		
	<b>Proyecto 27</b> Utilización de materiales de acuerdo con la normativa vigente en el municipio de Castelldefels.		
<b>Residuos</b>	<b>Proyecto 28</b> Implantación del Plan Integral de Recogida Selectiva (PIRS) en el Campus de Castelldefels. Campaña de sensibilización.		

## 8. ASPECTOS GLOBALES

<b>Condiciones ambientales</b>	<b>Proyecto 29</b> Elaboración de un contrato que establezca las condiciones técnicas ambientales entre los arquitectos y otros técnicos.		
<b>Educación y sensibilización</b>	<b>Proyecto 30</b> Elaborar el documento " <i>Bienvenida al Campus de Castelldefels</i> ".		
	<b>Proyecto 31</b> Instalación de paneles informativos "on-line" del consumo de energía de los edificios.		

Leyenda:  sin información  ejecutado  no ejecutado  ejecutado parcialmente o ineficiente

Figura 198. Aplicación de los criterios ambientales a los edificios EPSC y ESAB (Frndoloso 2006, Cuchi Burgos y López Plazas 2006).

## E. Factors Claus per a la Intergració dels Criteris Ambiental als Edificis: Experiència de la UPC

DIAGRAMA DE GESTIÓ DELS RECURSOS ENERGÈTICS A LA UPC				
• ESQUEMA OPTIM (Edificis existents)				
	GERENCIA UPC	SERVEI DE PATRIMONI	CAPS DE MANTENIMENT	UNITATS/USUARIS
<b>Demanda energètica</b> <b>D</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compliment dels paràmetres de confort establerts per la UPC.</li> <li>• Definició de polítiques d'inversió i manteniment.</li> <li>• Promoure un pla d'inversió en edificis que s'alimenti dels estalvis aconseguits.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir criteris de prioritització d'acord amb les paràmetres de confort i les polítiques d'inversió.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar actuacions i ajustar-se a la prioritització a l'hora de dur a terme les actuacions.</li> <li>• Avaluar periòdicament els nivells de confort.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transmetre de forma sistemàtica les necessitats i les condicions de confort dels usuaris.</li> </ul>
<b>Rendiment instal·lació</b> <b><math>\eta</math></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definició d'estàndards de rendiment i banc de dades de solucions i tecnologies que s'adaptin a les diferents tipologies i edificis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar i prioritzar actuacions per a ajustar a estàndards els sistemes dels edificis.</li> <li>• Definir models i manuals d'ús i gestió dels sistemes energètics als Campus i edificis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilitzar els equips i sistemes d'acord amb els models de gestió per tal d'aprofitar al màxim el seu rendiment potencial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilitzar els mecanismes de control i regulació d'acord amb el manual d'ús de l'edifici.</li> </ul>
<b>Gestió</b> <b>Ge</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir els models de gestió dels edificis d'acord amb la informació donada des de Patrimoni i segons els model compromís des del projecte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir els diferents models de gestió per tipologies i d'acord amb els recursos tècnics i humans disponibles. Establir un manual d'ús i gestió dels edificis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajustar la gestió al perfil donat i adaptar-ho a les singularitats i variacions que es puguin donar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestionar el perfil d'ocupació d'acord amb el model pactat.</li> <li>• Respectar les consideracions del manual d'ús dels edificis.</li> </ul>
<b>Consum energètic.</b> <b>CE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar el consum de recursos i definir polítiques d'estalvi i eficiència tot i que el sistema estigui centralitzat.</li> <li>• Definir estàndards de consum per tipologia, que siguin actualitzats periòdicament.</li> <li>• D'acord amb les actuacions realitzades traduir de forma justa les despeses energètiques a les unitats.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar i garantir el correcte funcionament de les infraestructures comuns als campus i edificis.</li> <li>• Gestionar de forma centralitzada el control i seguiment de la facturació.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realitzar el control específic del consum i vigilar el compliment del perfil de gestió dels recursos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar l'ús dels recursos i la despesa.</li> </ul>

Figura 199 Diagrama de gestió de los recursos energéticos en la UPC - esquema óptimo edificios existentes (Cuchi Burgos: López Plazas, Leite Frandoloso 2006, 12).

DIAGRAMA DE GESTIÓ DELS RECURSOS ENERGÈTICS A LA UPC				
• ESQUEMA OPTIM (nous edificis)				
	GERENCIA UPC	SERVEI DE PATRIMONI	CAPS DE MANTENIMENT	UNITATS/USUARIS
<b>Demanda energètica</b> <b>D</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definició de l'encàrrec d'acord amb el programa ajustat, perfil d'ús i gestió de referència, proposat i revisat per Patrimoni.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir estàndards per tipologies, d'acord amb exigències normatives, paràmetres de confort, i valors de consum de referència.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Donar dades i criteris de referència per tal de definir estàndards per tipologia i d'acord amb les singularitats de cada ús.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establir el perfil d'ocupació i avaluar la variabilitat.</li> </ul>
<b>Rendiment instal·lació</b> <b><math>\eta</math></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incloure a l'encàrrec condicions per promoure solucions passives, o sistemes actius de molta eficiència.</li> <li>• Comparar tecnologia eficient i promoure I+D. Esquemes tipus ESCO.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avalua la resposta de les tecnologies actuals i definir estàndards i paràmetres de referència.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informar i registrar les bondats o deficiències de les diferents tecnologies, i la seva capacitat d'adaptar-se a les singularitats de l'ús.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Respectar les condicions d'ús que es promouguin.</li> </ul>
<b>Gestió</b> <b>Ge</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exigir al projecte un model de gestió dels recursos energètics i crear els mecanismes per a garantir el seu compliment.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar el model de gestió de cada edifici.</li> <li>• Establir un manual d'ús i gestió dels edificis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajustar la gestió al perfil donat i adaptar-ho a les singularitats i variacions que es puguin donar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestionar el perfil d'ocupació d'acord amb el model pactat.</li> <li>• Respectar les consideracions del manual d'ús dels edificis.</li> </ul>
<b>Consum energètic.</b> <b>CE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar el consum de recursos i definir polítiques d'estalvi i eficiència tot i que el sistema estigui centralitzat.</li> <li>• Definir estàndards de consum per tipologia, que siguin actualitzats periòdicament.</li> <li>• Garantir que l'estat de les instal·lacions, i el model de gestió permetin traduir de forma justa les despeses energètiques a les unitats.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar i garantir el correcte funcionament de les infraestructures comuns als campus i edificis.</li> <li>• Gestionar de forma centralitzada el control i seguiment de la facturació.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realitzar el control específic del consum i vigilar el compliment del perfil de gestió dels recursos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar l'ús dels recursos i la despesa.</li> </ul>

Figura 200. Diagrama de gestió de los recursos energéticos en la UPC - esquema óptimo nuevos edificios (Cuchi Burgos: López Plazas, Leite Frandoloso 2006, 12).



## F. Pla d'Estalvi Energètic de la UPC 2011-2014



UNIVERSITAT POLITÈCNICA  
DE CATALUNYA  
BARCELONATECH

Pla d'Estalvi Energètic  
Resultats 2013

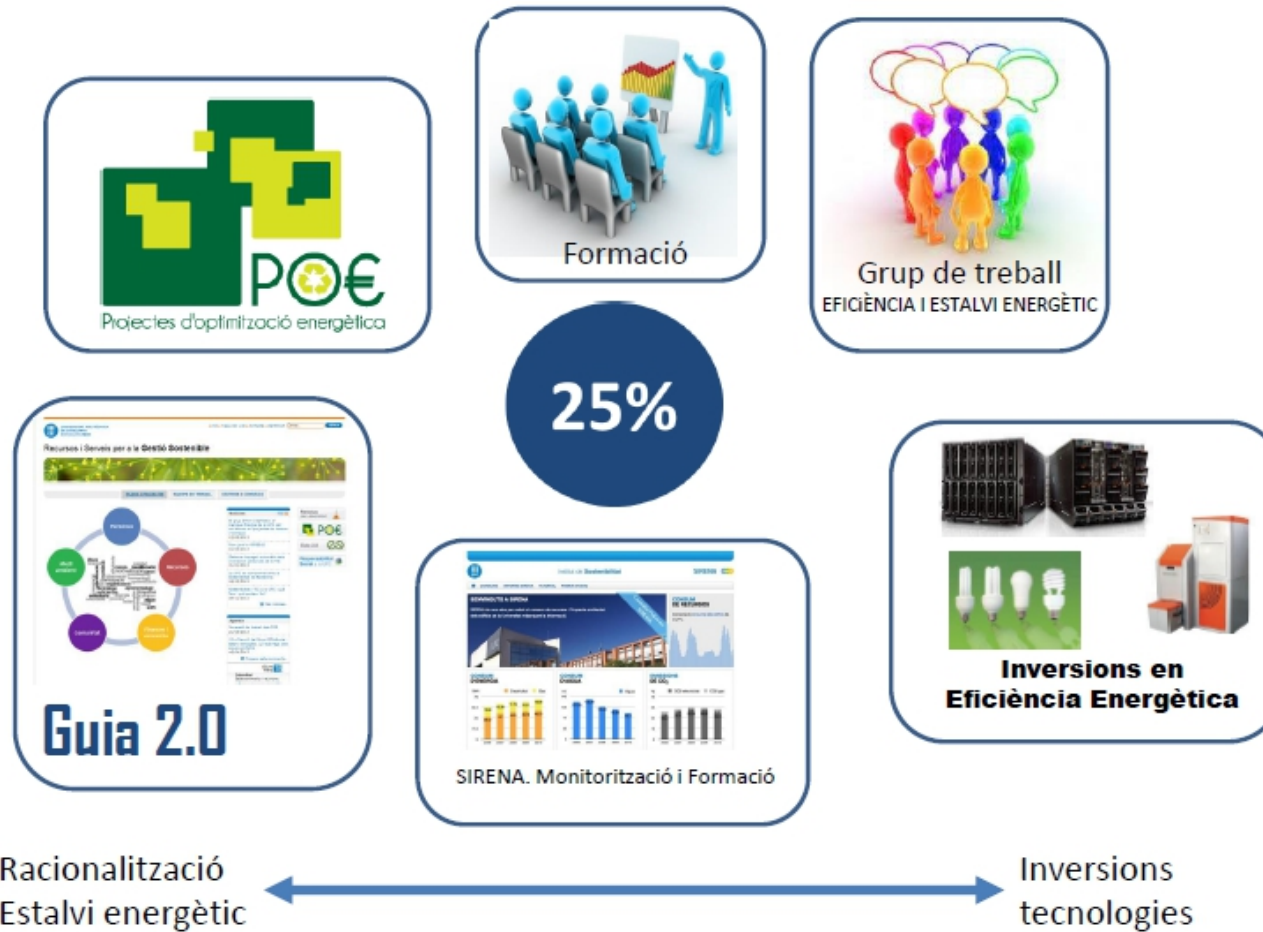
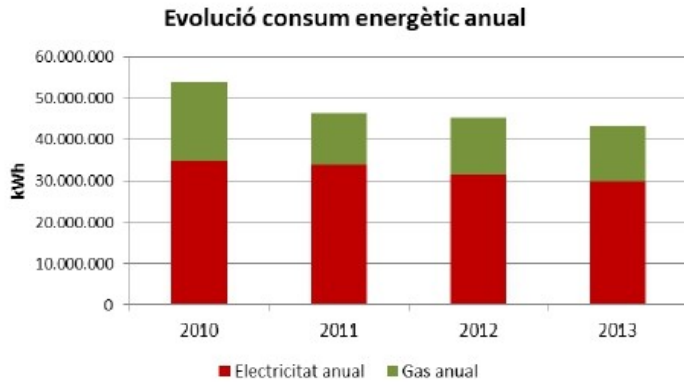


Figura 201 Propuestas de acción del Pla d'Estalvi Energètic – Resultados 2013 (UPC 2014a, 4).



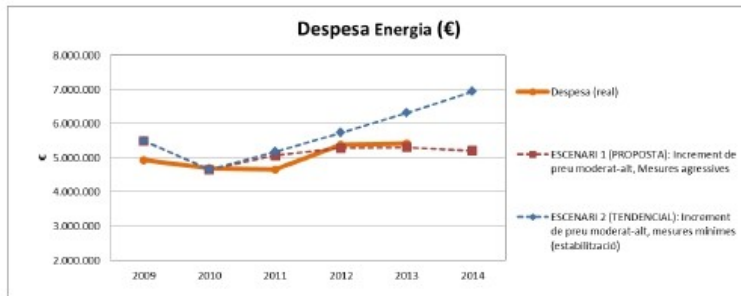
Figura 202 Pantalla de los datos recogidos y evaluados por el programa SIRENA 3.3.37 (UPC 2014c).



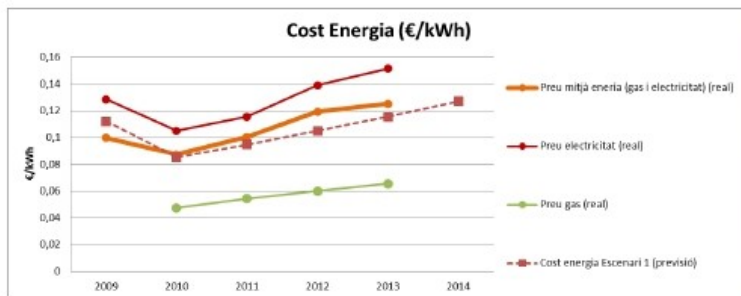
20%

	2010	2011	2012	2013
<b>Electricitat</b>	34.809.738	33.890.189	31.354.841	29.958.214
<b>Gas</b>	18.947.857	12.403.297	13.753.576	13.282.642
<b>Energia total</b>	<b>53.757.595 kWh</b>	<b>46.293.486 kWh</b>	<b>45.108.417 kWh</b>	<b>43.240.856 kWh</b>
<b>Referència</b>	2010	-14%	-16%	-20%
	Any anterior	-14%	-3%	-4%

Figura 203 Evolució del consum energètic en la UPC 2010 - 2013, comparacions amb el any de referència 2010 del Pla d'Estalvi Energètic (UPC 2014a, 6).



1,1  
M€



D'ESTALVI ESTIMAT

Amb consums 2010 i preus 2013, la despesa seria de 6,5M€

Figura 204 Evolució de los gastos con el consumo energético en la UPC 2010 - 2013, comparacions amb el any de referència 2010 del Pla d'Estalvi Energètic (UPC 2014a, 10).

## G. Indicadores de consumo (kWh/m<sup>2</sup>) UPC 2012/2014

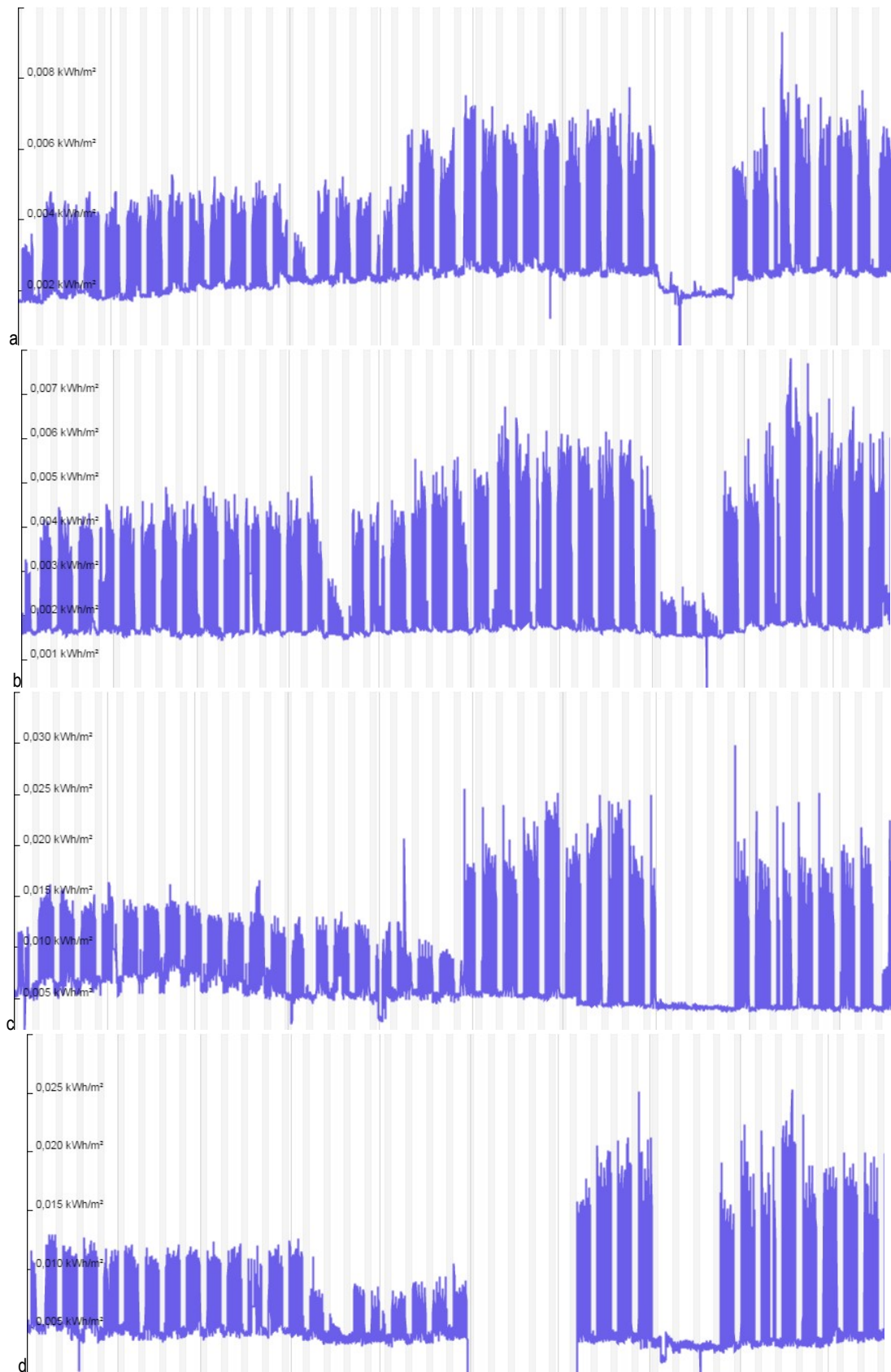


Figura 205 Indicadores de consumo de energía por superficie construida (kWh/m<sup>2</sup>): a. C-3 2012; b. C-3 2014; c. ESAB 2012; d. ESAB 2014.

## ANEXO IX UPF - UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO - BRASIL

### A. Contextualización de la UPF

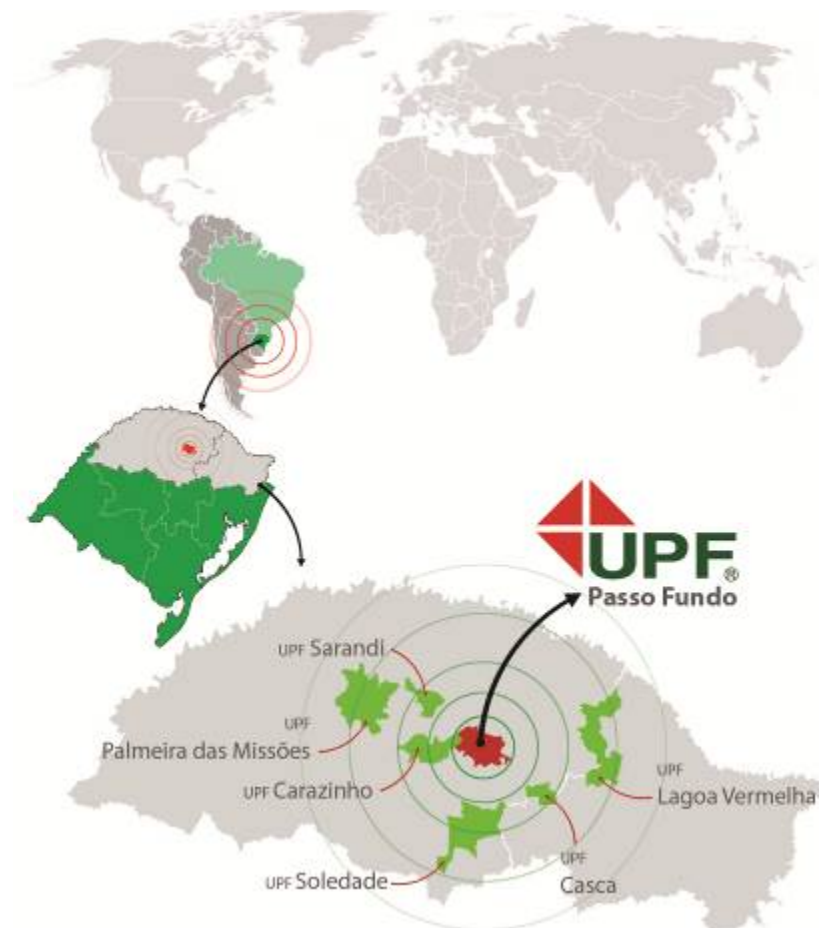


Figura 206 Localización de Passo Fundo (28°15'S, 52°40'W) y distribución de los campus de UPF (UPF 2012b).



Figura 207 Construcción de los primeros edificios del Campus I en la década de 1970 (Guareschi 2001, v. 5, 52).

Tabla 48 Datos climáticos de Passo Fundo – RS (Franceloso 2001).

		jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	ano
Radiación solar directa (MJ/día)	HDIR	21,44	19,97	16,92	13,74	11,11	9,32	9,84	11,53	13,81	17,74	20,47	22,35	15,69
Radiación solar difusa (MJ/día)	HDIF	9,79	8,75	7,27	5,59	4,27	3,64	3,89	4,90	6,39	8,12	9,44	10,06	6,84
Radiación total céu claro (MJ/día)	HGCC	30,02	27,64	23,77	18,75	14,46	12,45	13,27	16,76	21,62	26,21	29,28	30,48	22,10
Temperatura máx. absoluta(°C)	TMAA	35,60	35,70	34,20	33,10	30,60	27,20	28,40	31,40	33,00	34,50	38,30	37,10	38,30
Temperatura máxima média(°C)	TMAM	28,30	28,00	26,70	23,70	20,70	18,40	18,50	19,90	21,20	23,80	26,00	27,80	23,60
Temperatura média (°C)	TM	22,10	21,90	20,60	17,60	14,30	12,70	12,80	14,00	14,80	17,70	19,80	21,50	17,50
Temperatura mínima média (°C)	TMIM	17,50	17,50	16,30	13,50	10,90	8,90	8,90	9,90	11,00	12,90	14,80	16,40	13,20
Temperatura mín. absoluta(°C)	TMIA	9,50	7,20	5,10	1,60	-1,40	-2,50	-3,80	-2,90	-0,90	2,80	4,00	6,50	-3,80
Umidade relativa(%)	HREL	71,00	74,00	75,00	74,00	75,00	76,00	75,00	73,00	72,00	69,00	67,00	67,00	72,00
Heliofania relativa (%)	HERL	64,20	61,90	55,60	51,40	48,70	42,70	43,70	43,30	43,00	54,40	61,30	68,30	53,20
Índice de claridade (KT)	KT	50,50	50,90	49,40	49,60	50,20	47,90	47,90	45,90	44,00	47,50	49,40	51,90	48,80
Precipitação média (mm)	PREC	143,40	148,30	121,30	118,20	131,30	129,40	153,40	165,70	206,80	167,10	141,40	161,50	1787,80
Grau-dia aquecimento - base 18°C	GD18	5,00	4,00	14,00	52,00	126,00	164,00	167,00	134,00	109,00	53,00	20,00	8,00	857,00
Grau-dia aquecimento - base 16°C	GD16	1,00	1,00	4,00	24,00	81,00	113,00	115,00	87,00	68,00	25,00	7,00	2,00	529,00
Grau-dia aquecimento - base 14°C	GD14	0,00	0,00	1,00	9,00	48,00	72,00	73,00	52,00	38,00	9,00	2,00	1,00	306,00
Grau-dia resfriamento - base 23°C	GE23	30,00	23,00	15,00	3,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	4,00	10,00	23,00	112,00
Velocidade do vento (km/h)	VELV	14,76	14,04	13,68	14,40	14,04	15,12	16,92	15,84	16,92	16,20	15,48	15,12	15,21
Direção do vento mais frequente	DIRV	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Nebulosidade média (0-8)	NUBM	4,20	4,20	3,90	3,80	3,80	4,20	4,10	4,30	4,70	4,30	4,20	4,00	4,20

Obs. En el color gris están representados los meses lectivos.

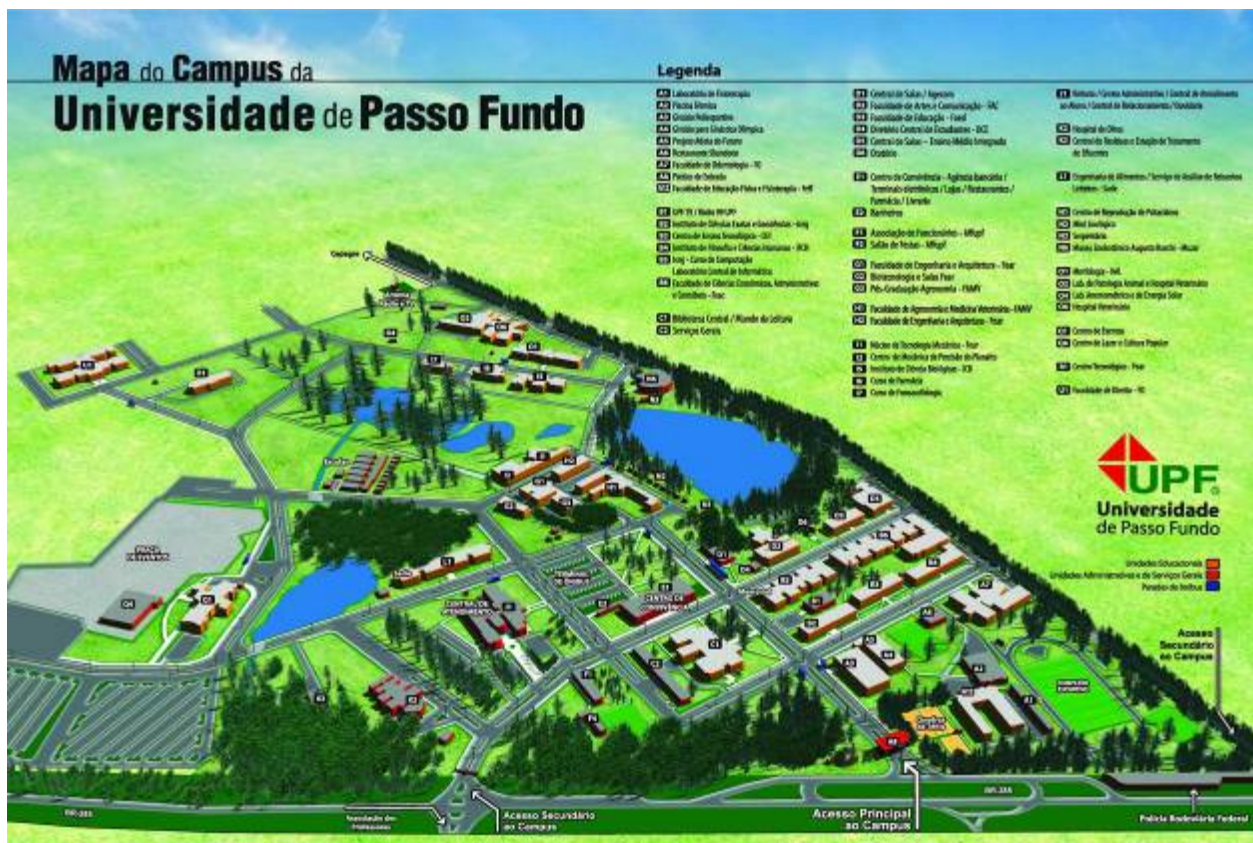


Figura 208 Mapa del Campus I - UPF (UPF 2012b).

SABE COMO FUNCIONA A **COLETA SELETIVA** NO CAMPUS?

**cctam** UPF **UPF** Universidade de Passo Fundo

<p><b>RECICLÁVEL</b> Saco verde</p>	<p><b>PAPÉIS</b></p> <p>Todos os tipos são recicláveis, inclusive papelão e caixas de leite. Os papéis devem ser dobrados e não amassados.</p>	<p><b>PLÁSTICOS</b></p> <p>Sacolas, garrafas pet vazias, tampas de garrafas, embalagens de doces, caixas de suco e copos plásticos.</p>	<p><b>VIDROS</b></p> <p>Quando limpos e secos todos são recicláveis. Acondicionar em caixa de papel resistente.</p>	<p><b>METAIS</b></p> <p>Latas de alumínio, prego e parafusos.</p>
	<p><b>NÃO RECICLÁVELS</b> Saco preto</p>	<p><b>PAPÉIS</b></p> <p>Com restos de materiais orgânicos ou molhados, pontas de cigarros, fitas adesivas, papéis sanitários.</p>	<p><b>PLÁSTICOS</b></p> <p>Com restos orgânicos e isopor.</p>	<p><b>ORGÂNICOS</b></p> <p>Sobras de alimentos, cascas de frutas, legumes, borras de café e restos de erva-mate.</p>

Figura 209 Campanha de concienciación para la recogida de residuos en la UPF (CCTAM – UPF, 2014)

Obs. En 2015 fue impresa en el cuaderno-agenda entregado a los alumnos y profesores.

## B. Variables ambientales en el Campus I - UPF

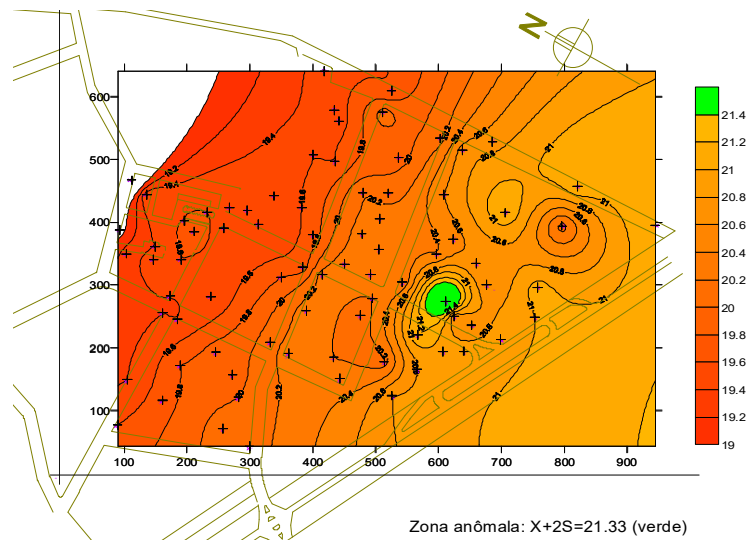


Figura 210 Temperaturas (°C) en el Campus I (Quevedo Melo et al. 2007).

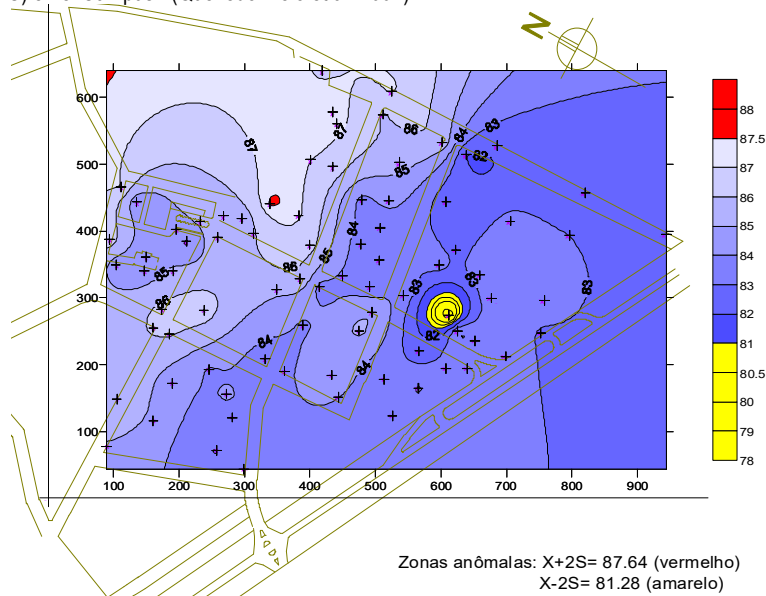


Figura 211. Humedad relativa (%) en el Campus I (Quevedo Melo et al. 2007).

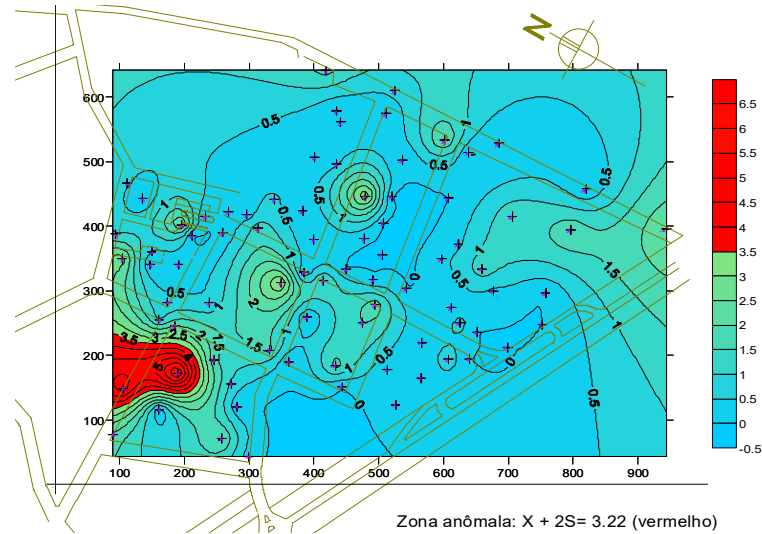


Figura 212 Velocidad del viento (m/s) en el Campus I (Quevedo Melo et al. 2007).



### C. Parque construido de la UPF - tipologías recientes



Figura 213 Tipologías de los edificios de UPF: Instituto de Ciências Biológicas. a. Fachadas NE/SE, b. Fachada SO. Sector de Proyectos UPF, 2007-2008. (Fotografías del autor 2012).



Figura 214 Tipologías de los edificios de UPF: Centro de Convivencia. a. Fachada N, b. Fachada E. Sector de Proyectos UPF, 2008-2009. (Fotografías del autor 2012).

### D. Control del consumo energético en la UPF

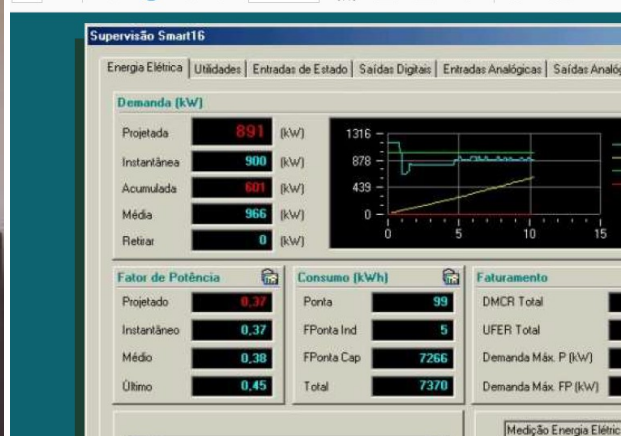


Figura 215 Equipo de medición de consumo energético analógico (Fotografía del autor 2008).

Edificio G1 - T8L 2,5A 240V (Elster Medição de Energia Ltda.) y 3TCs KR174 200/5A (Kron Instrumentos Elétricos Ltda.);

Edificio L1 - T8L 2,5A 240V (Elster Medição de Energia Ltda.) y 3TCs KR174 250/5A (Kron Instrumentos Elétricos Ltda.).

Figura 216 Equipos controladores de energía eléctrica – SmartGateM y software Smart32 (Gesta): ejemplos de out-puts.

## E. Evaluación de la Educación para la Sostenibilidad en la UPF con la metodología AISHE 1.0

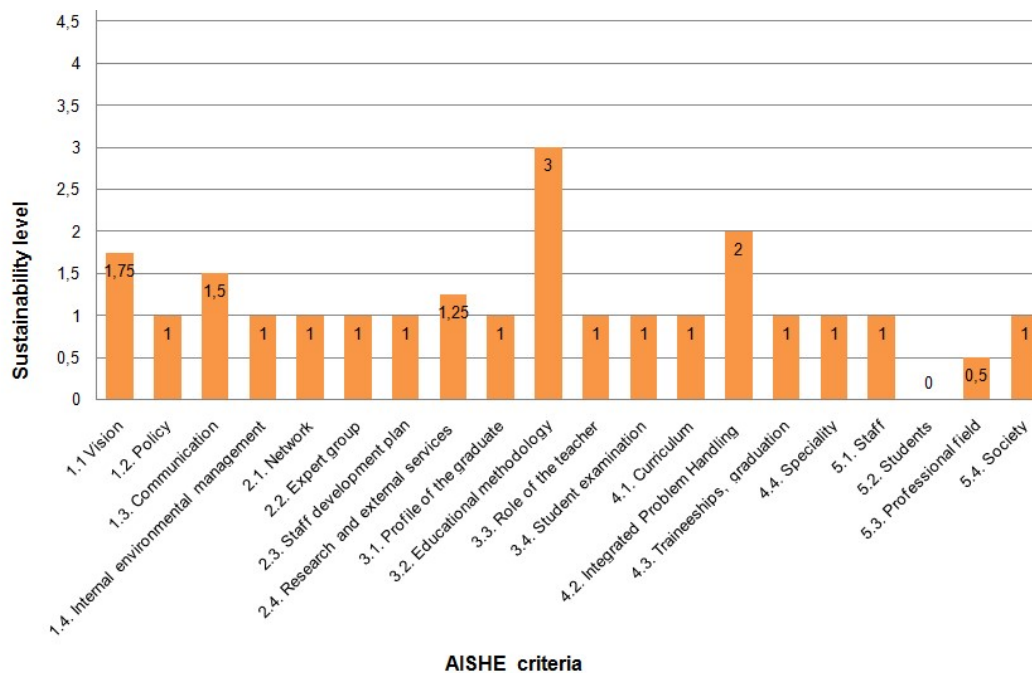


Figura 217 Evaluación del nivel de sostenibilidad de cada uno de los criterios AISHE 1.0 para la UPF (Brandli et al. 2010).

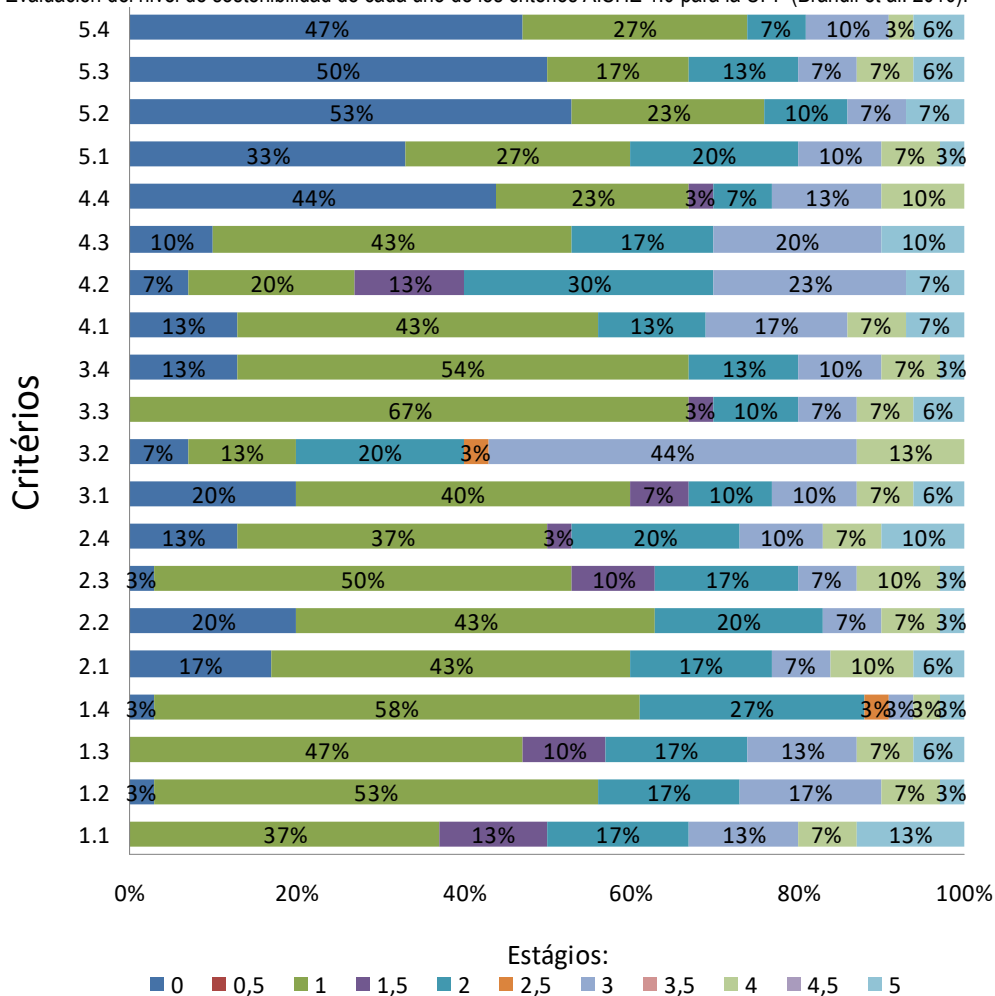


Figura 218 Distribución de los porcentajes de respuestas de los cursos por criterio AISHE 1.0 (Fraga 2011, 68).

Theme	Related criteria	Coordinators	Professors	Students
Existence of sustainability in the institution statute.	1.3	Sustainability is on its way to be included in UPF statute.	Partly agree that sustainability is present in its statute.	Neither agree nor disagree: sign of lack of knowledge about the subject.
Observance of environmental guidelines by professors, employees and students.	1.4	Some members of the academic community pay attention.	Did not agree that the guidelines are observed.	Did not agree that the guidelines are observed.
Existence of specialists in sustainable development.	2.2 and 2.3	The university possesses few specialists and when they do exist is due to self initiative.	The university possesses few specialists and when they do exist is due to self initiative.	Neither agree nor disagree: sign of lack of knowledge about the subject.
Level of information about aspects related to sustainability in the field of expertise.	3.1 and 2.3	Consider that students have knowledge of only a few aspects related to SD; professors are considered to have knowledge about SD due to individual initiative.	Partly agree that they have knowledge about SD.	Neither agree nor disagree: do not consider themselves informed enough.
Presence of SD in the curriculum of courses.	3.1 and 4.1	Believe that the subject is not addressed enough as only some subjects of the curriculum involve SD.	Partly agree about the existence of SD in curriculum.	Partly agree about the existence of SD in curriculum.
View of SD as something interdisciplinary.	3.2 and 4.2	Consider that there is interdisciplinarity.	Neither agree nor disagree: this may represent a lack of knowledge of interdisciplinarity concept on what regards SD.	Neither agree nor disagree: this may represent a lack of knowledge of interdisciplinarity concept on what regards SD.
Addressing of ethic aspects towards SD	3.3	Only some professors emphasize the need of having sustainable attitudes.	–	Neither agree nor disagree: they believe the ethical aspects are not satisfactorily addressed.
Contribution of academic research and extension in the knowledge of SD.	2.4	Believe that some activities of research and extension involve SD.	Partly agree, as not all are inserted in these activities and state that a more expressive could exist.	–
Relevance of aspects about SD in evaluations.	4.3	Believe only some projects include SD elements.	Partly agree.	Partly agree.
Graduates ability to act in favour of SD.	3.3 and 5.2	Believe that not all professors emphasize the importance of SD in professional acting.	Agree that they are preparing graduates for this.	Partly agree that they are being prepared on the subject.

Figura 219 Comparativa entre la percepción de la comunidad académica a los criterios de la herramienta AISHE (Brandli et al 2012).

## F. Plan de Desarrollo Institucional para la UPF

**PLANO DE DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL: plano quinquenal para Desenvolvimento Institucional da UPF 2012-2016. LINHA ESTRATÉGICA 3: Qualidade do ambiente interno e das relações humanas**

21 / 32 15%

PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO INSTITUCIONAL UPF ACOI

**Linha estratégica 3: Qualidade do ambiente interno e das relações humanas**

**Objetivo 3.1: Qualificar as condições ambientais e dos espaços de estudo e trabalho**

CÓD.	AÇÃO	RESPONSÁVEL	PERÍODO	OBSERVAÇÃO
3.1.1	Definir e implantar nova rota para os ônibus de estudantes e abertura dos portões de acesso secundário nos horários de aula	VRADM	Mar/2012 a abr/2013	<b>ATRASADA (EM EXECUÇÃO)</b> Projeto concluído em fevereiro de 2015. Algumas demandas foram encaminhadas para execução junto ao DNIT. O novo trajeto dos ônibus foi implementado e os portões secundários também está ocorrendo.
3.1.2	Implementar uma central de informações na guarita de acesso principal do campus central	Reitoria	Até dez/2015	<b>EM EXECUÇÃO</b> Em jan/2015 o prazo inicial de abr/2013 até jul/2015. Em out/2015 o prazo de dez/2015.
3.1.3	Implementar melhorias na gestão de trânsito no campus Central	VRADM	Mar/2012 a abr/2013	<b>ATRASADA (EM EXECUÇÃO)</b> Projeto concluído. Foram realizadas alterações (fechamento de acessos, nova rota dos ônibus).
3.1.4	Implementar política de acessibilidade e melhorias na infraestrutura para acessibilidade de deficientes em todos os campi	VRADM	Até dez/2015	<b>EM EXECUÇÃO</b> Rotas acessíveis em calçadas em todos os campi. Adequações de sinalização vertical e horizontal. Em out/2015 o prazo inicial de abr/2014 até dez/2015.
3.1.5	Implementar toldos em pequenos percursos entre prédios do campus Central	VRADM	Até jul/2016	<b>EM ESPERA</b> Em jan/2015 o prazo foi redefinido: de abr/2015 até jul/2016.
3.1.8	Implantar campanha permanente de conscientização e racionalização de uso dos recursos	Reitoria	Permanente	<b>EM EXECUÇÃO PERMANENTE</b> Ação contemplada no projeto de Responsabilidade Social da instituição. Em out/2015 o prazo inicial de dez/2012 permanente.
3.1.9	Implementar programa de avaliação ergonômica e ginástica laboral permanente nos setores da UPF	VRADM - RH e CIPA	Até abr/2013	<b>ATRASADA (EM EXECUÇÃO)</b> Ação contemplada no projeto de Responsabilidade Social da instituição.
3.1.10	Elaborar ações de combate à dependência química e saúde da	Reitoria	Mar/2012 a abr/2014	<b>ATRASADA (EM EXECUÇÃO, PARCIAL)</b> Ação parcialmente realizada pelo Saes, em parceria com a Reitoria.

INSTITUCIONAL UPF

Tabla 49 Plan de Desarrollo Institucional de UPF 2012-2016 - Seguimiento 2015 (UPF, 2015).

## G. Planeamiento Estratégico de la Faculdade de Engenharia e Arquitetura

<b>Elaborar uma política e implantar a gestão sustentável na FEAR</b>				
<b>O QUÊ</b>	<b>COMO</b>	<b>QUEM</b>	<b>POR QUÊ</b>	<b>QUANDO</b>
<b>Implantar programas de sensibilização e educação ambiental na unidade</b>	Criando programas que sensibilizem para a educação ambiental	Conselho da FEAR e Colegiados dos cursos	Promover uma mudança de comportamento com vistas à redução de impactos ambiental	
<b>Elaborar uma política ambiental para a unidade</b>	Elaborando ações de sustentabilidade nos cursos da FEARr	Conselho da FEAR e Colegiados dos cursos	Promover a sustentabilidade local conscientizando os públicos da FEARr	Definição da Direção e responsáveis pela implantação
<b>Incorporar conteúdos da área ambiental nos cursos</b>	Incorporando conteúdos nos PPC dos cursos	Conselho da FEAR e Colegiados dos cursos	Atualizar os conteúdos das grades curriculares	Definição da Direção e responsáveis pela implantação
<b>Integrar projetos com foco ambiental entre as diversas áreas</b>	Incentivando e Integrando os projetos de pesquisa e extensão relacionados as temáticas da sustentabilidade ambiental	Colegiados dos cursos e representante de Pesq. e Extensão FEAR	Viabilizar a execução de projetos com foco ambiental	Definição da Direção e responsáveis pela implantação
<b>Implementar um sistema de gestão ambiental na Unidade</b>	Definindo uma comissão de gestão ambiental	Direção e colegiado Eng. Ambiental	Orientar e gerenciar o sistema de gestão ambiental da Unidade	Definição da Direção e responsáveis pela implantação
<b>Promover práticas para a ecoeficiência na unidade</b>				
<b>O QUÊ</b>	<b>COMO</b>	<b>QUEM</b>	<b>POR QUÊ</b>	<b>QUANDO</b>
<b>Implantar práticas racionais de consumo de recursos ambientais.</b>	Inserindo ações sustentáveis nas atividades dos cursos	Curso de Engenharia Ambiental e Colegiados dos Cursos	Reduzir o do impacto ambiental e redução de custos	Definição da Direção e responsáveis pela implantação
<b>Melhorar a ecoeficiência e o desempenho ambiental dos edifícios da FEAR</b>	<b>Avaliar os ambientes existentes e a construir quanto às condições de habitabilidade (conforto térmico, acústico e visual)</b>	<b>Curso de Arquitetura e Urbanismo e Colegiado dos Cursos</b>	<b>Melhorar as condições de trabalho e estudo, reduzir uso de recursos naturais</b>	<b>Definição da Direção e responsáveis pela implantação</b>
<b>Reciclar os resíduos da unidade</b>	Desenvolvendo procedimentos para gerir os resíduos gerados na FEAR	Curso de Engenharia Ambiental e Colegiados dos Cursos	Reduzir o impacto ambiental e redução de custos	Definição da Direção e responsáveis pela implantação
<b>Criar campanhas de práticas ecoeficientes</b>	Elaborando campanhas de conscientização comportamento ecoeficientes	Curso de Engenharia ambiental e Marketing da UPF	Promover a disseminação das práticas ecoeficientes	Definição da Direção e responsáveis pela implantação

Tabla 50 Plantilla 5W2H de las líneas estratégicas para medioambiente contenidas en el Plan Estratégico de la FEAR/UPF (Pandolfo et al., 2011).

## ANEXO X POTENCIALES DE AHORRO EN LOS RECURSOS EN LA UPC

Edificio	$\delta C$ (1)	DLIDER (kWh) (2)	DARCHISUN (kWh) (3)	DBALANÇ (kWh) (4)	D (kWh) (5)	Da (kWh) (6)	Cr (kWh) (7)	Ct (kWh) (8)	Ci (kWh) (9)	Potencial Ahorro (10)	$\eta$ (11)	$\eta-o$ (12)	Ge (13)	Ge-o (14)	CGerente (kWh) (15)	Cte usuario (16)	Coste2003 (Euros) (17)	Coste Usuario (Euros) (18)	Tn CO <sub>2</sub> (19)
A6	12,91%	61.747	58.650	61.456	61.456	70.568	108.465	94.460	71.796	33,81%	0,72	0,90	0,90	0,95	102.642	5,37%	3.863,74	207,42	21,69
C3	-8,40%	70.735	64.947	49.042	61.575	56.805	96.891	105.026	69.915	27,84%	0,74	0,90	0,78	0,95	79.950	17,48%	3.713,06	649,21	19,38
D4	13,34%	62.849	56.250	51.082	56.727	65.461	123.321	106.867	58.697	52,40%	0,68	0,90	0,77	0,95	100.111	18,82%	4.439,31	835,52	24,66
EPSEB	-32,14%	505.935	643.006	564.606	535.271	405.086	751.265	992.704	331.724	55,84%	0,71	0,85	0,75	0,90	628.976	16,28%	21.659,72	3.525,70	150,25
ETSAB	-31,33%	378.190	483.215	443.300	410.745	312.761	626.412	822.658	264.122	57,84%	0,64	0,85	0,77	0,90	537.113	14,26%	18.006,21	2.566,89	125,28
ETSAV	2,67%	317.810	309.370	209.464	263.637	270.860	1.024.448	997.130	252.029	75,40%	0,60	0,85	0,44	0,90	500.841	51,11%	28.995,98	14.820,16	204,89

Tabla 51 Datos para obtención de los Potenciales de Ahorro de los recursos energéticos y financieros en la UPC.

- (1)  $\delta C$  - diferencial de consumo- relación entre consumo real y teórico  $\delta C = 1 - C_r/C_t$ ; datos en rojo para edificios fuera de los límites de confort (López Plazas 2006, 95);
- (2) DLIDER - demanda según cálculos del software LIDER (AICIA 2005); datos de López Plazas (2006, 73; 76);
- (3) DARCHISUN - demanda según cálculos del software ARCHISUN (Serra Florensa 2006); datos de López Plazas (2006, 73; 76);
- (4) DBALANÇ - demanda según cálculos del software BALANÇ (de Bobes 2003) (datos de López Plazas 2006, 73; 76);
- (5) D - demanda total de acuerdo con las características específicas de cada edificio y la relación con las demandas calculadas por los softwares (López Plazas 2006, 77-79);
- (6) Da - demanda ajustada a las variables de rendimiento de las instalaciones y factor de gestión  $D_a = C_r \cdot \eta \cdot G_e \cdot D_o = C_r \cdot \eta \cdot G_e$  (López Plazas 2006, 98);
- (7) Cr - Consumo Real, datos obtenidos de las mediciones y monitorización (López Plazas 2006, 95);
- (8) Ct - Consumo teórico -  $C_t = D / \eta \cdot G_e$  (López Plazas 2006, 94);
- (9) Ci - Consumo Ideal considerándose la optimización de las variables demanda, rendimiento y gestión simultáneamente (López Plazas 2006, 113-115);
- (10) Potencial de Ahorro (%)  $PA = [(C_r - C_i) / C_r] \cdot 100$ ;  $PA = [(C_r - C_i) / C_r] \cdot 100$ ;
- (11)  $\eta$  - rendimiento de las instalaciones real, según CALENER (AICIA 2002), datos de López Plazas (2006, 82);
- (12)  $\eta-o$  - rendimiento optimizado de las instalaciones: 0,90 para edificios en campus y 0,85 para edificios autónomos (Lopez Plazas 2006, 109);
- (13) Ge - factor de gestión real (López Plazas 2006, 88);
- (14) Ge - o - optimización de la gestión: 0,95 para edificios en campus y 0,90 para edificios autónomos (López Plazas 2006, 111);
- (15) Consumo gerente =  $D_a / (\eta_{real} \cdot G_e - o) = D_a / (\eta_{real} \cdot G_e - o)$ ;
- (16) Coste usuario (%) =  $(C_r - C_{gerente}) / C_r = (C_r - C_{gerente}) / C_r$ ;
- (17) Coste 2003 (euros) - equivalente a las tarifas aplicadas a cada uno de los edificios;
- (18) Coste usuario (euros) =  $C_{osteusuario} \cdot C_{oste2003} = Costeusuario \cdot Coste2003$ ;
- (19) Tn CO<sub>2</sub> - emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas: para gas natural 0,20kg de CO<sub>2</sub>/kWh y electricidad 0,545kg de CO<sub>2</sub>/kWh (López Plazas 2006, 103).

# ANEXO XI PROPUESTA PRELIMINAR DE LA METODOLOGÍA

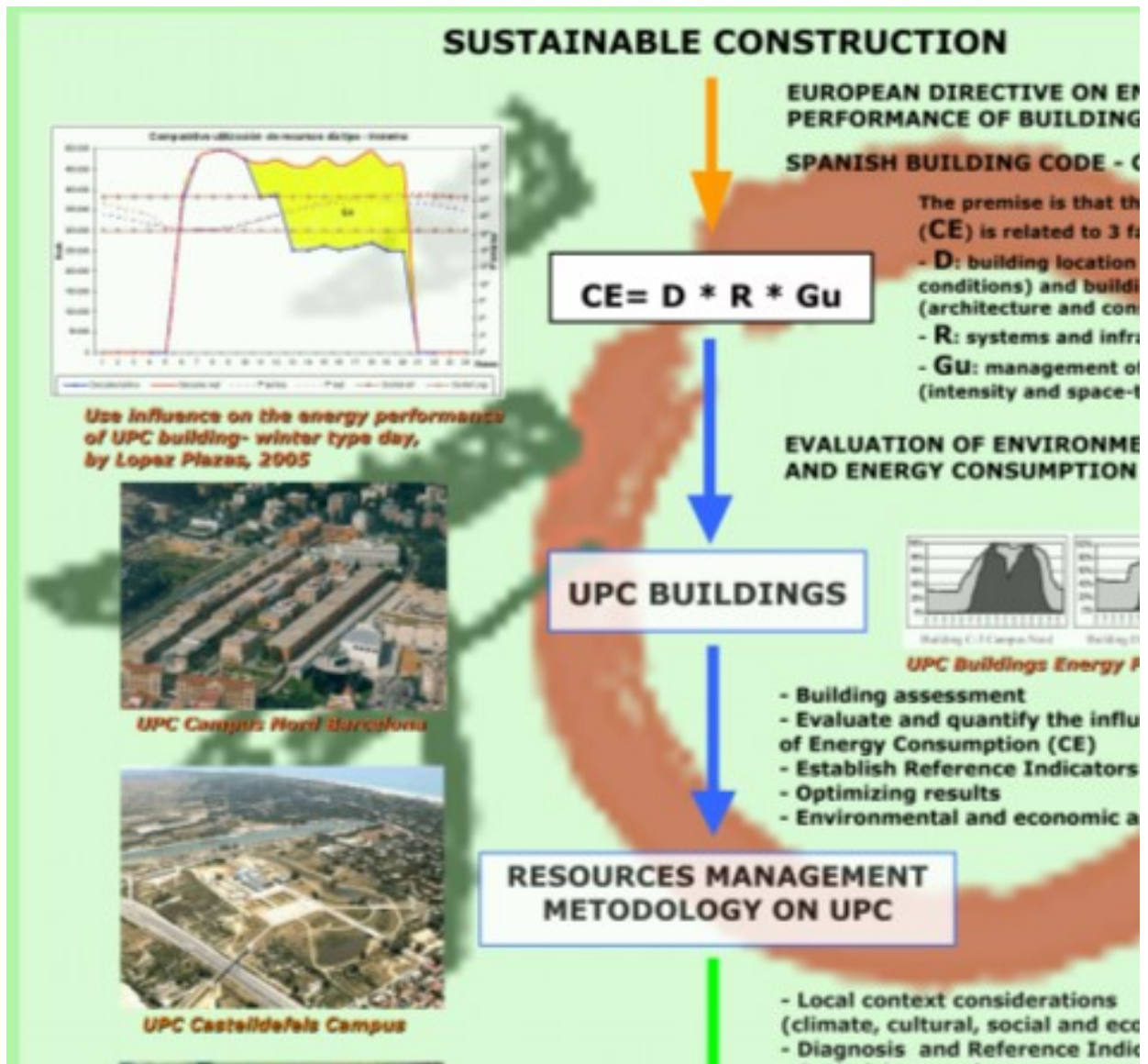


Figura 220 Propuesta preliminar de metodología de evaluación (Fransoloso y Cuchi Burgos 2005c).

## ANEXO XII CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE PASSO FUNDO, SEGÚN EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (CTE)

VERANO*	dec	ene	feb	total	valor horario
GD 20	2233	2500	2022	6755	93,82
Rad (kWh/m <sup>2</sup> )	6,368	6,633	5,647	18,648	6,22
n/N	0,683	0,642	0,619	1,944	0,65
INVIERNO*	jun	jul	ago	total	valor horario
GD 20	122	139	119	380	5,28
Rad (kWh/m <sup>2</sup> )	2,372	2,609	3,317	8,298	2,77
n/N	0,427	0,437	0,433	1,297	0,43

\*Datos Passo\_FuTM2.audit

Severidad Climática de Invierno - grados-día (GD20) y radiación acumulada (Rad)

$$SCI = a \cdot Rad + b \cdot GD + c \cdot Rad \cdot GD + d \cdot (Rad)^2 + e \cdot (GD)^2 + f$$

	a	b	c	d	e	f	Σ	
	-0,00835	0,00372	-0,00000862	0,0000488	0,000000715	-0,0681		
SCI	-0,0230961	0,019633333	0,000125838	0,000373357	1,99163E-05	-0,0681	0,071295331	A

Severidad Climática de Verano - grados-día (GD20) y radiación acumulada (Rad)

$$SCV = a \cdot Rad + b \cdot GD + c \cdot Rad \cdot GD + d \cdot (Rad)^2 + e \cdot (GD)^2 + f$$

	a	b	c	d	e	f	Σ	
	0,003724	0,01409	-0,00001869	-0,000002053	-0,00001389	-0,5434		
SCV	0,023148384	1,321915972	0,010899665	-7,93252E-05	-0,122261004	-0,5434	0,668424361	2

Severidad Climática de Invierno - grados-día (GD20) y ratio entre horas de sol y numero de horas de sol máximas (n/N)

$$SCI = a \cdot GD + b \cdot n/N + c \cdot (GD)^2 + d \cdot (n/N)^2 + e$$

	a	b	c	d	e	Σ	
	0,002395	-1,111	0,000001885	0,7026	0,05709		
SCI	0,012640278	0,480322333	5,25066E-05	0,131324449	0,05709	-0,2792151	A

Severidad Climática de Verano - grados-día (GD20) y ratio entre horas de sol y numero de horas de sol máximas (n/N)

$$SCV = a \cdot GD + b \cdot n/N + c \cdot (GD)^2 + d \cdot (n/N)^2 + e$$

	a	b	c	d	e	Σ	
	0,0109	1,023	-0,00001638	-0,5977	-0,337		
SCV	1,022631944	0,662904	0,144178204	-0,250976621	-0,337	0,95338112	3

Tabla 52 Clasificación climática de Passo Fundo, según el Apéndice D - HE1 (España, Ministerio de Vivienda 2006, 31-33).



## ANEXO XIII DATOS ESTÁTICOS - ENVOLVENTE EDIFICIOS G1 Y L1

<b>Inner surface</b>		<b>Cross Section</b>	
Convective heat transfer coefficient (W/m <sup>2</sup> ·K)	2.152	<b>Outer surface</b>	
Radiative heat transfer coefficient (W/m <sup>2</sup> ·K)	5.540	18,00mm _Cerám Tij Duplo 21 fur circ (12cm)	
Surface resistance (m <sup>2</sup> ·K/W)	0.130	16,00mm Air gap 15mm	
<b>Outer surface</b>		17,00mm _Cerám Tij Duplo 21 fur circ (12cm)	
Convective heat transfer coefficient (W/m <sup>2</sup> ·K)	19.870	16,00mm Air gap 15mm	
Radiative heat transfer coefficient (W/m <sup>2</sup> ·K)	5.130	17,00mm _Cerám Tij Duplo 21 fur circ (12cm)	
Surface resistance (m <sup>2</sup> ·K/W)	0.040	16,00mm Air gap 15mm	
<b>No Bridging</b>		18,00mm _Cerám Tij Duplo 21 fur circ (12cm)	
U-Value surface to surface (W/m <sup>2</sup> ·K)	1.405	16,00mm Air gap 15mm	
R-Value (m <sup>2</sup> ·K/W)	0.882	18,00mm _Cerám Tij Duplo 21 fur circ (12cm)	
<b>U-Value (W/m<sup>2</sup>·K)</b>	<b>1.134</b>	96,00mm _Tijolo Macico (10cm)	
<b>With Bridging (BS EN ISO 6946)</b>		20,00mm _Argamassa de reboco (2.5cm)	
Km - Internal heat capacity (KJ/m <sup>2</sup> ·K)	169.8304	<b>Inner surface</b>	
Upper resistance limit (m <sup>2</sup> ·K/W)	0.882	<b>Cross Section</b>	
Lower resistance limit (m <sup>2</sup> ·K/W)	0.882	<b>Outer surface</b>	
U-Value surface to surface (W/m <sup>2</sup> ·K)	1.405	0,00mm _Telha de fibrocimento(not to scale)	
R-Value (m <sup>2</sup> ·K/W)	0.882	250,00mm _Camara de ar com alta emissividade > 5cm	
<b>U-Value (W/m<sup>2</sup>·K)</b>	<b>1.134</b>	15,00mm Polystyrene(not to scale)	
<b>b</b>		<b>Inner surface</b>	
<b>Inner surface</b>		<b>Cross Section</b>	
Convective heat transfer coefficient (W/m <sup>2</sup> ·K)	4.460	<b>Outer surface</b>	
Radiative heat transfer coefficient (W/m <sup>2</sup> ·K)	5.540	18,00mm _Cerám 21 fur quad (12cm)	
Surface resistance (m <sup>2</sup> ·K/W)	0.100	16,00mm _Camara de ar (2-5cm)	
<b>Outer surface</b>		17,00mm _Cerám 21 fur quad (12cm)	
Convective heat transfer coefficient (W/m <sup>2</sup> ·K)	19.870	16,00mm _Camara de ar (2-5cm)	
Radiative heat transfer coefficient (W/m <sup>2</sup> ·K)	5.130	17,00mm _Cerám 21 fur quad (12cm)	
Surface resistance (m <sup>2</sup> ·K/W)	0.040	16,00mm _Camara de ar (2-5cm)	
<b>No Bridging</b>		17,00mm _Cerám 21 fur quad (12cm)	
U-Value surface to surface (W/m <sup>2</sup> ·K)	3.203	16,00mm _Camara de ar (2-5cm)	
R-Value (m <sup>2</sup> ·K/W)	0.452	18,00mm _Cerám 21 fur quad (12cm)	
<b>U-Value (W/m<sup>2</sup>·K)</b>	<b>2.212</b>	25,00mm _Argamassa de reboco (2.5cm)	
<b>With Bridging (BS EN ISO 6946)</b>		<b>Inner surface</b>	
Km - Internal heat capacity (KJ/m <sup>2</sup> ·K)	20.4750	<b>Cross Section</b>	
Upper resistance limit (m <sup>2</sup> ·K/W)	0.452	<b>Outer surface</b>	
Lower resistance limit (m <sup>2</sup> ·K/W)	0.452	18,00mm _Cerám 21 fur quad (12cm)	
U-Value surface to surface (W/m <sup>2</sup> ·K)	3.203	16,00mm _Camara de ar (2-5cm)	
R-Value (m <sup>2</sup> ·K/W)	0.452	17,00mm _Cerám 21 fur quad (12cm)	
<b>U-Value (W/m<sup>2</sup>·K)</b>	<b>2.212</b>	16,00mm _Camara de ar (2-5cm)	
<b>c</b>		18,00mm _Cerám 21 fur quad (12cm)	
<b>Inner surface</b>		25,00mm _Argamassa de reboco (2.5cm)	
<b>Inner surface</b>		<b>Inner surface</b>	
Convective heat transfer coefficient (W/m <sup>2</sup> ·K)	2.152	<b>Cross Section</b>	
Radiative heat transfer coefficient (W/m <sup>2</sup> ·K)	5.540	<b>Outer surface</b>	
Surface resistance (m <sup>2</sup> ·K/W)	0.130	18,00mm _Cerám 21 fur quad (12cm)	
<b>Outer surface</b>		16,00mm _Camara de ar (2-5cm)	
Convective heat transfer coefficient (W/m <sup>2</sup> ·K)	19.870	17,00mm _Cerám 21 fur quad (12cm)	
Radiative heat transfer coefficient (W/m <sup>2</sup> ·K)	5.130	16,00mm _Camara de ar (2-5cm)	
Surface resistance (m <sup>2</sup> ·K/W)	0.040	17,00mm _Cerám 21 fur quad (12cm)	
<b>No Bridging</b>		16,00mm _Camara de ar (2-5cm)	
U-Value surface to surface (W/m <sup>2</sup> ·K)	1.726	18,00mm _Cerám 21 fur quad (12cm)	
R-Value (m <sup>2</sup> ·K/W)	0.750	25,00mm _Argamassa de reboco (2.5cm)	
<b>U-Value (W/m<sup>2</sup>·K)</b>	<b>1.334</b>	<b>Inner surface</b>	
<b>With Bridging (BS EN ISO 6946)</b>		<b>Cross Section</b>	
Km - Internal heat capacity (KJ/m <sup>2</sup> ·K)	92.3274	<b>Outer surface</b>	
Upper resistance limit (m <sup>2</sup> ·K/W)	0.750	18,00mm _Cerám 21 fur quad (12cm)	
Lower resistance limit (m <sup>2</sup> ·K/W)	0.750	16,00mm _Camara de ar (2-5cm)	
U-Value surface to surface (W/m <sup>2</sup> ·K)	1.726	17,00mm _Cerám 21 fur quad (12cm)	
R-Value (m <sup>2</sup> ·K/W)	0.750	18,00mm _Cerám 21 fur quad (12cm)	
<b>U-Value (W/m<sup>2</sup>·K)</b>	<b>1.334</b>	25,00mm _Argamassa de reboco (2.5cm)	
<b>d</b>		<b>Inner surface</b>	

Figura 221 Propiedades térmicas de la envolvente: L1 - cubiertas (a) y muros (b); G1 – cubierta (c) y muros (d); representación DesignBuilder.

## ANEXO XIV DATOS DINÁMICOS: CONSUMO ENERGÉTICO EN LOS EDIFICIOS G1 Y L1

### A. Espacios y multi-zonas térmicas

Tabla 53 Informaciones de los espacios y multi-zonas térmicas edificio G1; datos referentes a 2012.

edificio	G1 - FEAR		2012												
planta	zona	salas	areas (m2)	volumen (m3)	uso	ocupación	dens.ocup	tipo	P inst - acond	P inst - equip.	W/m2 equip.	P inst - ilum.	W/m2 ilum.lux	GCS	
Subsuelo - A	1	2, 3, 4 y 5	91.59		NADUC	25	0.27	no acondic.	---	11.250.00	122.83	1.020.00	11.137	817.84	134.0
	2	1, 8 y pasillo	117.83		NADUC, LAB. CONFORTO AMB.	29	0.25	no acondic.	---	5.981.00	50.76	1.980.00	16.804	1.234.03	67.6
	3	6	96.58		AUDITORIO	100	1.04	acondicionado	14.078,26	831.00	8.60	1.152.00	11.928	875.96	20.5
	4	9	28.10		LAB. INFORMATICA - NADUC	8	0.28	no acondic.	----	5.700.00	202.85	440.00	15.658	1.149.91	218.5
	5	10	76.21		CLASES	60	0.79	no acondic.	----	831.00	10.90	1.320.00	17.321	1.271.98	28.2
	6	11 y 12	121.62		LAB. SIST. HIDRAULICO Y SANEAMIENTO	28	0.23	acondicionado	3.519,56	2.191.00	18.02	488.00	4.012	294.67	22.0
	7	14, 15, 18 y 19	77.89		LAVABOS, MAPOTECA, COCINA	3	0.04	no acondic.	----	600.00	7.70	840.00	10.784	791.98	18.5
	8	17	54.47		CLASES	42	0.77	no acondic.	----	1.431.00	26.27	440.00	8.078	593.22	34.3
	9	16	54.47		CLASES	42	0.77	no acondic.	----	1.431.00	26.27	440.00	8.078	593.22	34.3
	10	13	35.88		COORD. NADUC	8	0.22	no acondic.	----	462.00	12.88	620.00	17.280	1.268.99	30.2
	11	7	127.71		CONVIVENCIA	10	0.08	no acondic.	----	-	-	1.540.00	12.059	885.55	12.1
Terreo - B	1	26 y 27	21.55		DIREÇÃO	1	0.05	acondicionado	3.519,56	600.00	27.84	180.00	8.353	613.40	36.2
	2	24, 25, 28 y pasillo	87.26		SECRETARIA, S. PROFESORES	9	0.10	no acondic.	---	3.600.00	41.26	600.00	6.876	504.96	48.1
	3A	20	45.71		LAB. INFORMATICA	22	0.48	acondicionado	10.558,70	12.670.00	277.18	880.00	19.252	1.413.80	296.4
	3B	21	45.71		LAB. INFORMATICA	25	0.55	acondicionado	10.558,70	13.200.00	288.78	880.00	19.252	1.413.80	308.0
	3C	22	45.71		LAB. INFORMATICA	25	0.55	acondicionado	10.558,70	15.000.00	328.16	880.00	19.252	1.413.80	347.4
	3D	23	45.71		LAB. INFORMATICA	22	0.48	acondicionado	10.558,70	15.000.00	328.16	880.00	19.252	1.413.80	347.4
	3E	40	36.17		LAB. INFORMATICA - COORD.	2	0.06	acondicionado	2.639,67	63.265.00	1.749.10	360.00	9.953	730.92	1.759.1
	4	37 y 38	121.57		CLASES	59	0.49	no acondic.	----	831.00	6.84	2.200.00	18.097	1.328.97	24.9
	5	35, 36 y 39	140.53		SECRET - COORD. ARQUIT. CLASES	30	0.21	no acondic.	----	4.000.00	28.46	2.100.00	14.943	1.097.41	43.4
	6	29, 30, 31, 32, 33, 34 y 41	312.43		DAFEAR, LAVABOS, CAFETERIA, XEROX y HALL	50	0.16	no acondic.	----	13.635.00	43.64	5.270.00	16.868	1.238.73	60.5
	Superior - C	1	54, 55, 56 y 57	51.36		S. PROF. ENG. CIVIL, SEC. - COORD. ENG. AMBIENT	6	0.12	no acondic.	---	1.362.00	26.52	1.160.00	22.586	1.658.64
2		58	44.92		MESTRADO - CLASES	30	0.67	acondicionado	2.639,68	831.00	18.50	880.00	19.590	1.438.67	38.1
3		59	118.88		CLASES	31	0.26	no acondic.	----	831.00	6.99	1.760.00	14.805	1.087.23	21.8
4		49 y 53	64.88		SEC. MESTRADO, CLASES	39	0.60	acondicionado	2.199,73	3.231.00	49.80	1.060.00	16.338	1.199.81	66.1
5		42, 45 y 46	144.69		CLASES, LAB. DIN. CONSTR. SEC-COORD. ENG. C	44	0.30	no acondic.	----	2.631.00	18.18	2.180.00	15.067	1.106.46	33.3
6		43 y 44	122.36		CLASES	54	0.44	no acondic.	----	800.00	6.54	1.960.00	16.018	1.176.34	22.6
7		47	22.22		S. PROF. ENG. CIVIL - COORD. MESTRADO	3	0.14	no acondic.	----	462.00	20.79	220.00	9.901	727.10	30.7
8		48	110.60		CLASES	31	0.28	no acondic.	----	831.00	7.51	2.200.00	19.892	1.460.78	27.4
9		50	55.55		MESTRADO - ALUMNOS	10	0.18	acondicionado	7.039,13	5.700.00	102.61	1.100.00	19.802	1.454.21	122.4
10		51, 52, 60 y pasillo	174.40		LAVABOS, CIRCULACIÓN Y ASCENSOR	15	0.09	no acondic.	----	---	---	180.00	1.032	75.80	1.0
ACCESOS					ILUMINACIÓN NOCTURNA EXTERIOR				----	----		400.00			
<b>SUB-TOTAL</b>			<b>2.694,56</b>	-		<b>863</b>		<b>624,11</b>	<b>77.870,39</b>	<b>189.188,00</b>	<b>70,21</b>	<b>37.610,00</b>			
<b>EQUIVALENCIA USO (%)</b>								<b>23,16%</b>	<b>25,56%</b>	<b>62,10%</b>		<b>12,34%</b>			
<b>TOTAL (kW)</b>												<b>304.668,39</b>	<b>113,06 W/m²</b>		

GCS - ganancia por calor sensible (W/m²) iluminación y equipos.

Tabla 54 Factores de demanda para los equipos de las multi-zonas del edificio G1.

edificio		G1 - FEAR										
planta	zona	vol/uso	ocupación	dens ocup	Comp. (W/m <sup>2</sup> )	Factor de demanda (W/m <sup>2</sup> )	Oficina (W/m <sup>2</sup> )	Factor de demanda (W/m <sup>2</sup> )	Miscel. (W/m <sup>2</sup> )	Factor de demanda (W/m <sup>2</sup> )	Cocina(W/m <sup>2</sup> )	Factor de demanda (W/m <sup>2</sup> )
Subsolo - A	1	NADUC	25	0.27								
	2	NADUC, LAB. CONFORTO AMB.	29	0.25			15.00		5.40			
	3	AUDITORIO	100	1.04	8.00	5.40						
	4	LAB. INFORMATICA - NADUC	8	0.28			60.00		10.80			
	5	CLASES	60	0.79	24.29	21.50						
	6	LAB. SIST. HIDRAULICO Y SANEAMIENTO	28	0.23	15.00	5.40	5.00					
	7	LAVABOS, MAPOTECA, COCINA	3	0.04								1.60
	8	CLASES	42	0.77								
	9	CLASES	42	0.77								
	10	COORD. NADUC	8	0.22	13.00	5.40						
	11	CONVIVENCIA	10	0.08	1.33		5.00		5.40			
Terreo - B	1	DIREÇÃO	1	0.05			10.00		5.40			
	2	SECRETARIA, S. PROFESORES	9	0.10	200.00		22.00		10.80			
	3A	LAB. INFORMATICA	22	0.48	200.00	35.20						
	3B	LAB. INFORMATICA	25	0.55	200.00	35.20						
	3C	LAB. INFORMATICA	25	0.55	200.00	35.20						
	3D	LAB. INFORMATICA	22	0.48	200.00	35.20						
	3E	LAB. INFORMATICA - COORD.	2	0.06			50.00		10.80			
	4	CLASES	59	0.49			10.00		5.40			
	5	SECRET - COORD. ARQUIT. CLASES	30	0.21			12.81		5.40			
	6	DAFEAR, LAVABOS., CAFETERIA, XEROX y HALL	50	0.16	20.00	5.40	10.00		16.10	76.74		15.35
Superior - C	1	S. PROF. ENG. CIVIL, SEC.- COORD. ENG. AMBIEN	6	0.12	17.00	5.40	10.00		10.80			
	2	MESTRADO - CLASES	30	0.67								
	3	CLASES	31	0.26								
	4	SEC. MESTRADO, CLASES	39	0.60			15.00		10.80			
	5	CLASES, LAB. DIN. CONSTR., SEC-COORD. ENG. C	44	0.30			5.00		5.40			
	6	CLASES	54	0.44			5.00		5.40			
	7	S. PROF. ENG. CIVIL - COORD. MESTRADO	3	0.14	21.00	5.40	15.00		10.80			
	8	CLASES	31	0.28								
	9	MESTRADO - ALUMNOS	10	0.18			42.00		16.10			
	10	LAVABOS, CIRCULACIÓN Y ASCENSOR	15	0.09								
ACCESOS												
SUB-TOTAL			863	0.32								

Factores de demanda y de uso:

Ordenadores y oficinas ASHRAE 2009, 18.13. Table 11; 12. (apud Wilkins y Hosni, 2000);

Cocinas: Usage Factor Oven: 0.2. ASHRAE Fundamental (2009, 18.8; 18.10). Table 5A; 5B; 5C.

Procesos y Miscelanius: Factores de demanda para las instalaciones (CEEE 2012, 66) Escuelas y semejantes: 86% para los primeros 12kW; 50% para lo que exceder de 12kW.

Tabla 55 Informaciones de los espacios y multi-zonas térmicas edificio L1; datos referentes a 2009.

edificio	L1 - FEAR (ENG. ALIMENTOS)		2009												
planta	zona	salas	areas (m2)	volumen (m3)	uso	ocupación	Dens ocup.	tipo	P inst - acond	P inst - equip.	W/m2 equip.	P inst - ilum.	W/m2 ilum.	lux	GCS
P01(A)	1	1, 2, 3 y 4	144.05	503.99	SARLE	5	0.03	acondicionado	17.597.40	12.252.00	85.05	1.344.00	9.330	685.18	94.4
	2	5, 6, 7 y 8	68.80	240.84	LAB. MICRO LEITE	7	0.10	acondicionado	17.597.40	9.544.00	138.72	1.152.00	16.744	1.229.65	155.5
	2	9 y 10	121.30	426.14	LAB. CARNES. PANIF.	11	0.09	no acondic.	----	50.831,20	419.05	1.152.00	9.497	697.44	428.6
	3	11, 12, 25, 30 y 35	212.75	746.81	PATEO, LAVABOS, VESTIARIO Y COCINA	2	0.01	no acondic.	----	----	----	704.00	3.309	243.01	3.3
	4	13, 14, 15, 16, 17 y 18	354.49	1.240.29	CLASES	234	0.66	no acondic.	----	2.493.00	7.03	5.248.00	14.804	1.087.20	21.8
	5	31, 32, 33, 34 y pasillo	384.51	1.346.77	CLASES	161	0.42	no acondic.	----	16.994.00	44.20	5.248.00	13.649	1.002.31	57.8
	6	26, 27, 28 y 29	96.78	307.63	MOINHO, SERVICIO	2	0.02	no acondic.	----	8.850.00	91.44	512.00	5.290	388.51	96.7
	7	23, 24 y pasillo	136.84	478.87	LAB. OPERAÇÃO UNITARIA, PROFESORES	17	0.12	no acondic.	----	21.486.00	157.02	1.664.00	12.160	893.01	169.2
	8	19, 20, 21, 22 y pasillo	220.93	778.05	LAB. TECNOLOGIA LEITE	16	0.07	no acondic.	----	12.734.00	57.64	2.048.00	9.270	680.76	66.9
P02 (B)	1	1, 2 y pasillo	148.34	500.49	LACE, LAB. ÁGUA	18	0.12	acondicionado	14.664.86	31.528.55	212.54	1.600.00	10.786	792.10	223.3
	2	3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9	222.56	780.58	LAB. FISIO-QUIMICA	16	0.07	acondicionado	37.541.12	59.470.00	267.21	2.432.00	10.927	802.48	278.1
	3	34	212.74	744.73	PATEO Y CAFETERIA	2	0.01	no acondic.	----	2.500.00	11.75	896.00	4.212	309.30	16.0
	4	10, 11, 12 y 13	114.98	405.98	SALAS PROFESORES, LAB. MICOTOXINAS	27	0.23	no acondic.	----	7.568.00	65.82	1.536.00	13.359	981.04	79.2
	5	14 y 15	61.87	216.32	LAB. CROMATOGRAFIA	5	0.08	acondicionado	17.597.40	11.249.00	181.82	640.00	10.344	759.66	192.2
	6	16	33.36	116.99	SALA PROFESORES	5	0.15	acondicionado	3.519.48	2.200.00	65.95	192.00	5.755	422.66	71.7
	7	17	69.12	241.94	LAB. CEREAIS	10	0.14	acondicionado	17.597.40	10.069.00	145.67	1.024.00	14.815	1.087.96	160.5
	8	18	68.53	239.37	CLASES	42	0.61	no acondic.	----	831.00	12.13	1.024.00	14.942	1.097.33	27.1
	9	31, 32, 33 y pasillo	181.18	618.13	LAB. FERMENTAÇÃO	10	0.06	no acondic.	----	29.980.00	165.47	1.728.00	9.537	700.41	175.0
	10	30	27.30	95.55	LAB. MICROSCOPIA	5	0.18	acondicionado	3.519.48	5.148.00	188.57	384.00	14.066	1.032.97	202.6
	11	28, 29 y pasillo	114.69	369.80	LAB ANALISE SENSORIAL	17	0.15	no acondic.	----	2.450.00	21.36	1.572.00	13.707	1.006.57	35.1
	12	26 y 27	71.20	198.99	COORD., SECRETARIA CEPA	9	0.13	acondicionado	3.719.00	7.000.00	98.31	768.00	10.787	792.13	109.1
	13	22, 23, 24, 25 y pas.	181.35	597.99	LAVABOS, EMP. JR, LAB. TECNOL. FARMACIA	9	0.05	no acondic.	----	11.914.70	65.70	1.792.00	9.881	725.67	75.6
	14	19, 20 y 21	142.10	497.35	LAB. MICROLOGIA	15	0.11	acondicionado	24.637.36	26.509.00	186.55	2.048.00	14.412	1.058.41	201.0
PORCHES Y ACCESOS								----	----		1.360.00				
<b>SUB-TOTAL</b>			<b>3.389,77</b>	<b>11.693,60</b>		<b>645</b>	<b>0,19</b>	<b>988,70</b>	<b>157.990,90</b>	<b>343.601,45</b>	<b>101,36</b>	<b>38.068,00</b>			
<b>EQUIVALENCIA USO (%)</b>								<b>29,17%</b>	<b>29,28%</b>	<b>63,67%</b>		<b>7,05%</b>			
<b>TOTAL (kW)</b>												<b>539.660,35</b>		<b>159,20 W/m²</b>	

GCS - ganancia por calor sensible (W/m²) iluminación y equipos.

Tabla 56 Factores de demanda para los equipos de las multi-zonas del edificio L1.

edificio		L1 - FEAR (ENG. ALIMENTOS)												
planta	zona	uso	ocupación	Dens ocup.	Comp. (W/m2)	Factor de deman	Oficina (W/m2)	Factor de deman	Miscel. (W/m2)	Factor de deman	Cocina (W/m2)	Factor de dema	Procesos (W/m2)	Factor de demanda
P01 (A)	1	SARLE	5	0.03	12,00	5,40			60,00	51,60	47,00	9,40	85,05	42,53
	2	LAB. MICRO LEITE	7	0.10	35,00		5,00	10,80	8,00	6,88	30,00	6,00	60,72	30,36
	2	LAB. CARNES, PANIF.	11	0.09					30,00	25,80	30,00	6,00	389,05	194,53
	3	PATEO, LAVABOS, VESTIARIO Y COCINA	2	0.01						-		-		-
	4	CLASES	234	0.66	7,03	5,40				-		-		-
	5	CLASES	161	0.42	5,00	5,40			39,20	33,71		-		-
	6	MOINHO, SERVICIO								-		-	91,49	45,75
	6	MOINHO, SERVICIO							60,00	51,60	60,00	12,00	60,00	30,00
P02 (B)	6	MOINHO, SERVICIO	2	0.02						-		-		-
	7	LAB. OPERAÇÃO UNITARIA, PROFESORES	17	0.12			30,00	10,80		-		-	127,00	63,50
	8	LAB. TECNOLOGIA LEITE	16	0.07			30,00	10,80		-		-	27,64	13,82
	1	LACE, LAB. AGUA	18	0.12	12,00	5,40			60,00	51,60	47,00	9,40	93,54	46,77
	2	LAB. FISIO-QUIMICA	16	0.07	14,00	5,40			60,00	51,60	60,00	12,00	133,21	66,61
	3	PATEO Y CAFETERIA	2	0.01			5,00	5,40	7,00	6,02		-		-
	4	SALAS PROFESORES, LAB. MICOTOXINAS	27	0.23	26,00		3,00	10,80		-		-	36,00	18,00
	5	LAB. CROMATOGRAFIA	5	0.08	49,00		5,00	10,80	60,00	51,60		-	67,67	33,84
6	SALA PROFESORES	5	0.15	36,00			5,40	29,00	24,94		-		-	
7	LAB. CEREAIS	10	0.14	17,00		3,00	10,80	48,00	41,28	17,00	3,40	60,67	30,34	
8	CLASES	42	0.61	9,00		3,00	10,80		-		-		-	
9	LAB. FERMENTAÇÃO	10	0.06	13,00		1,00	10,80	60,00	51,60	12,00	2,40	79,47	39,74	
10	LAB. MICROSCOPIA	5	0.18	22,00		4,00		60,00	51,60	40,00	8,00	62,57	31,29	
11	LAB ANALISE SENSORIAL	17	0.15						-	18,00	3,60	4,00	2,00	
12	COORD., SECRETARIA CEPA	9	0.13	50,00		6,00	10,80	42,00	36,12		-		-	
13	LAVABOS, EMP. JR, LAB. TECNOL. FARMACIA	9	0.05	10,00		3,00	5,40		-	15,00	3,00	37,00	18,50	
14	LAB. MICROLOGIA	15	0.11	9,00				60,00	51,60	15,00	3,00	102,55	51,28	
DRCHES Y ACCESOS (ILUMINACION NOCTURNA EXTERIOR)										-		-		-
<b>SUB-TOTAL</b>			<b>645</b>	<b>0,19</b>						-				







Factores de demanda y de uso:

Ordenadores y oficinas ASHRAE 2009, 18.13. Table 11; 12. (apud Wilkins y Hosni, 2000);

Cocinas: Usage Factor Oven: 0.2. ASHRAE Fundamental (2009, 18.8; 18.10). Table 5A; 5B; 5C.

Procesos y Miscelanius: Factores de demanda para las instalaciones (CEEE 2012, 66) Escuelas y semejantes: 86% para los primeros 12kW; 50% para lo que exceder de 12kW.

## B. Equipos de acondicionamiento térmico

Sala	Número de equipos	Tipo	Potencia (Btu/h)	Modelo	Imagen	Eficiencia Energética (W/W) - CoP Selo PROCEL
Auditório Subsolo_Zona3	1	Ar condicionado Console/Under Ceiling Quente-Frio	48.000	SPRINGER CARRIER 42XQC48515LS 38CQB048235ME		3,21
Laboratório de saneamento ambiental Subsolo_Zona6	1	Ar condicionado Janela Reverso (display de temperatura)	12.000	WHIRLPOOL CONSUL CCM12D		3,08
Direção FEAR Térreo_Zona1	1	Ar condicionado Split Hi-wall Reverso	12.000	SPRINGER CARRIER 42LUQE12S5 38KQE12S5		3,21
LAB. Informática - Sala 1 Térreo_Zona3A	1	Ar condicionado Console/Under Ceiling Quente-Frio	36.000	SPRINGER CARRIER 42LQA036515KC 38XQB036515MC		3,24
LAB. Informática - Sala 2 Térreo_Zona3B	1	Ar condicionado Console/Under Ceiling Quente-Frio	36.000	SPRINGER CARRIER 42LQA036515KC 38XQB036515MC		3,24
LAB. Informática - Sala 3 Térreo_Zona3C	1	Ar condicionado Console/Under Ceiling Quente-Frio	36.000	SPRINGER CARRIER 42LQA036515KC 38XQB036515MC		3,24

(continua)

LAB. Informática - Sala 4 Térreo_Zona3D	1	Ar condicionado Console/Under Ceiling Quente-Frio	36.000	SPRINGER CARRIER 42LQA036515KC 38XQB036515MC		3,24
LAB. Informática - Corredor Térreo_Zona3E	1	Ar condicionado Split Hi-wall Reverso	9.000	SPRINGER CARRIER 42PFQA009515LC 38KQA009515MC		3,21
Sala de aula 35 Superior_Zona2	1	Ar condicionado Split Hi-wall Reverso	9.000	ELECTROLUX BI09F/BE09F		3,21 A
Sala de aula 33 Superior_Zona4	1	Ar condicionado Janela Reverso	7.500	ELECTROLUX CC07R		2,92 A
Mestrado Superior_Zona9	1	Ar condicionado Janela Reverso	12.000	ELECTROLUX		3,08
Mestrado Superior_Zona9	1	Ar condicionado Janela Reverso	12.000	ELGIN EAQ12000-2		3,06

Obs. CoP según especificaciones técnicas de los equipamientos y PROCEL (2013).

Figura 222 Equipos de acondicionamiento térmico edificio G1.

Sala	Número de equipos	Tipo	Potencia (Btu/h)	Modelo	Imagen	Eficiencia Energética (W/W) - CoP Selo PROCEL
Sala de Cromatografía Zona5_B	1	Ar condicionado Console/Under Ceiling Quente-Frio	60.000	YORK		3,47
Laboratório Cereais Zona7_B	1	Ar condicionado Console/Under Ceiling Quente-Frio	60.000	SPRINGER CARRIER 38HCA060535MC 42LQA0605515KC		3,47
Laboratório Físico químico Zona2_B	2	Ar condicionado Split Hi-wall Reverso	9.000	SPRINGER CARRIER 38KQE09S5 42LUQE09S5		3,21
SARLE - Zona1_A Lab. Leite - Zona2_1A Lab. Físico-Químico - Zona2_B Lab. Micrologia - Zona14_B	4	Ar condicionado Console/Under Ceiling Quente-Frio	60.000	SPRINGER CARRIER 38CQA060535MC 42LQA060515KC		3,47
Laboratório de Análise da água Zona1_B Lab. Físico-Químico Zona2_B	2	Ar condicionado Console/Under Ceiling Quente-Frio	50.000	KOMECO SKRP481003		3,69
Laboratório de Micrologia Zona14_B Secretaria CEPA Zona12_B Lab. Microscopia Zona10_B	4	Ar condicionado Split Hi-wall Reverso	9.000	SPRINGER CARRIER 38KQE09S5 42LUQE09S5		3,21

Obs. CoP según especificaciones técnicas de los equipamientos y PROCEL (2013).

Figura 223 Equipos de acondicionamiento térmico edificio G1.



### C. Monitorización del consumo energético

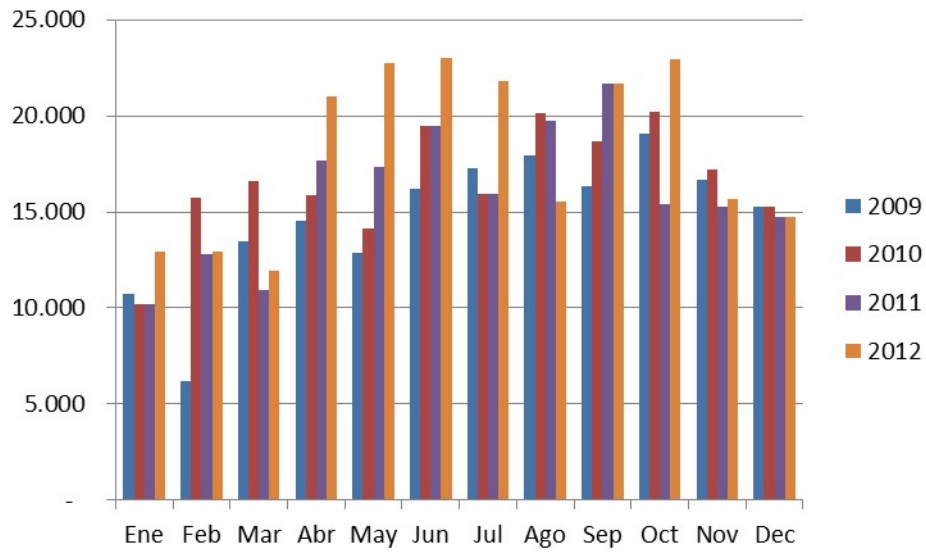
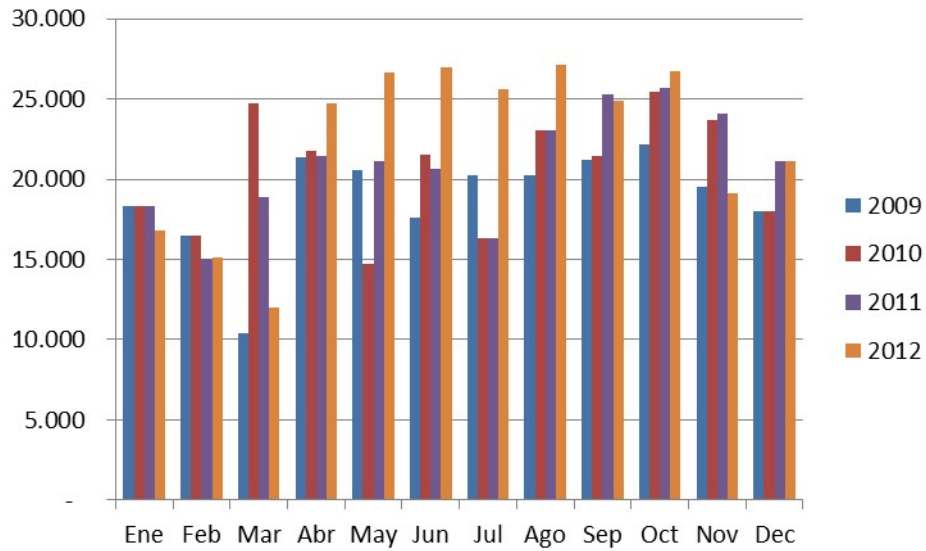


Figura 224 Comparativa del consumo energético mensual G1 - 2009/20121 (kWh).



## ANEXO XV INSTRUMENTOS DE CONTROL Y MEDICIONES DE LAS VARIABLES AMBIENTALES



Figura 225 Instrumentos de medición de las variables ambientales - termómetro de globo (Fotografía del autor).



Figura 226 Comparativa del consumo energético mensual L1 - 2009/2012 (kWh).

1. Para los meses de enero a mayo de 2009 se utilizaron datos de los medidores analógicos, observándose los transformadores de corriente de 200/5A instalados en el edificio G1 y 250/5A en el L1, según los disyuntores de protección de 175A y 225A existentes, respectivamente.
2. Los valores para los meses con problemas en las lecturas han sido adoptados los valores del mismo periodo del año anterior, según la Tabla 17.

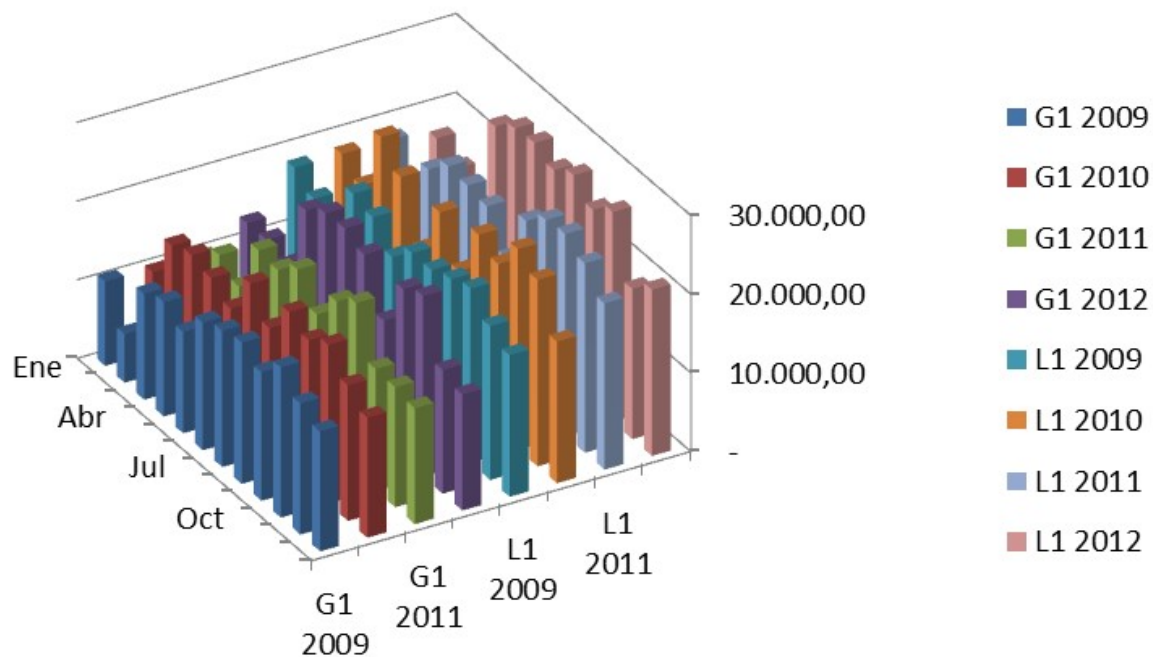


Figura 227 Comparativa de la evolución del consumo energético mensual G1 y L1- 2009-2012 (kWh).

Tabla 57 Mediciones del sistema *SmartGateM* (Gestal 2015).

Período: 07/03/2010 – 15:17 h a 07/04/2010 – 10:32 h

Medição	Ponta (kWh)	Fora de Ponta Indutivo (kWh)	Fora de Ponta Capacitivo (kWh)	Total (kWh)
Concessionária	2.051,0	287.532,4	49.486,6	339.070,0
G1_Arquitetura	1.631,0	12.782,6	2.219,0	16.632,6
L1_Alimentos	2.725,0	18.793,5	3.196,0	24.714,5

Período: 07/04/2010 – 10:32 h a 07/05/2010 – 10:05 h

Medição	Ponta (kWh)	Fora de Ponta Indutivo (kWh)	Fora de Ponta Capacitivo (kWh)	Total (kWh)
Concessionária	1.162,6	277.907,8	49.642,6	328712,9
G1_Arquitetura	1.429,5	12.525,4	1.936,3	15.891,1
L1_Alimentos	2.512,3	16.777,4	2.502,3	21.791,9

Período: 07/05/2010 – 10:05 h a 08/06/2010 – 10:45 h

Medição	Ponta (kWh)	Fora de Ponta Indutivo (kWh)	Fora de Ponta Capacitivo (kWh)	Total (kWh)
Concessionária	4,8	214089,1	40.765,0	254858,9
G1_Arquitetura	1.216,8	11.194,5	1.704,8	14.116,0
L1_Alimentos	1.577,3	11.304,0	1.825,8	14.707,0

Horário de ponta: 18:00 – 21:00 h;

Horário de ponta indutivo: 06:00 – 18:00 / 21:00 – 00:00 h;

Horário de ponta capacitivo: 00:00 – 06:00

Obs. Según la legislación por la Resolução Normativa 414/2010 y REN 499/2012 de la ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL 2012), la energía tarifada resulta de la aplicación de factores de compensación entre la energía reactiva inductiva, o sea, efectivamente consumido por la unidad consumidora, y la energía reactiva capacitiva, proporcionado a la red de la concesionária por los capacitores de esa unidad (CODI 2004), según las franjas horárias.

Figura 228 Data loggers testo e interfaz USB (fotografías del autor).

Tabla 58 Datos técnicos testo 175-T1 y 175-H2 (testo AG 2006).

	<b>175-T1</b>	<b>175-H2</b>
Sensor	NTC	Sensor humedad/NTC
Canales	1 x interno	2 x interno
Unidades de medición	°C, °F	Humedad (%HR) Temperatura (°C, °F)
Rango de medición	-35 a +70°C	0 a 100 %HR (sin condensación) -10 a +70°C
Exactitud ± 1 dígito	± 0.5 °C (-20 a +70°C) ± 1.°C (-35 a -20.1°C)	± 0.5 °C ± 3 %HR a +25°C
Resolución	0.1 °C (-20 a +70°C)	0.1 °C 0.1%HR
Autonomía (a +25 °C)	3 años a un intervalo de 15 min	3 años a un intervalo de 15 min
Temp. operación	-35 a +70°C	-20 a +70°C
Temp. almacenamiento	-40 a +85 °C	-40 a +85°C
Dimensiones	82 x 52 x 30 mm	82 x 52 x 30 mm
Tipo de batería	3 x alcalinas AAA	3 x alcalinas AAA
Clase de protección	IP 68	
Intervalo de medición	10 seg - 24 h	10 seg - 24 h
Memoria	7.800 lecturas ComSoft Basic 5	16.000 lecturas ComSoft Basic 5
Software	ComSoft Professional 4 ComSoft CFR 21 Part 11	ComSoft Professional 4 ComSoft CFR 21 Part 11

Nome do aparelho: Testo 175-H2 38230916		14/01/2013 16:52:33	Página 1/1	
Tempo de início: 06/07/2010 16:45:00		Mínimo	Máximo	Valor médio
Tempo de fim: 28/09/2010 00:45:00	Channel 1 [%Hr]	20,2	84,7	56,33
Canais de medição: 2	Channel 2 [°C]	13,4	35,7	20,84
Valores de medição: 8001				
C1: SN 38230916 / 906				

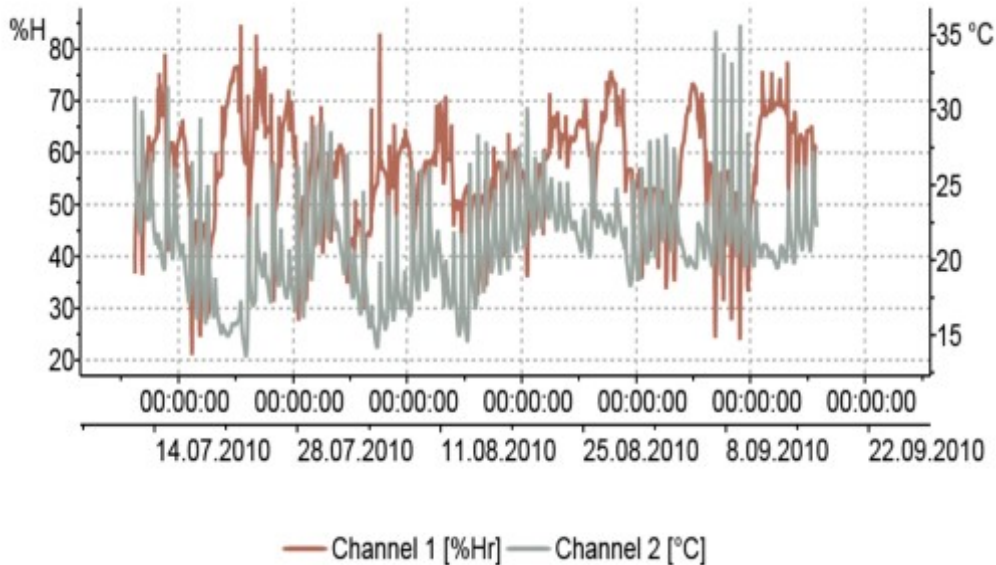


Figura 229 Visualización de los datos de las mediciones de temperatura y humedad relativa – 06/07 - 28/09/2010 – Laboratorio de Carnes L1. ComSoft Basic 5.

Tabla 59 Datos técnicos cámara termovisor infrarrojos testo 881-1 (testo AG 2011b).

<b>Imagens infravermelhas</b>	
Campo de visão/distância mín. de focagem	Objetiva standard: 32° x 23° / 0,1m (0,33 ft)
Sensibilidade térmica (NETD)	<50mK a 30 °C (86 °F)
Resolução geométrica	Objetiva standard: 3,3 mrad
Tipo de detector	Teleobjetiva: 1 mrad FPA 160 x 120 pixéis, a-Si
<b>Propriedades Medição</b>	
Gama de temperatura (comutável)	Gama de medição 1: -20...100 °C (-4...212 °F) Gama de medição 2: 0...350 °C (32...662 °F) Com a gama de medição 1 ativada, para valores de medição na gama -20...100 °C (-4...212 °F): ±2 °C (±3,6 °F)
Exatidão	Com a gama de medição 2 ativada, para valores de medição na gama 0...350°C (-32...662 °F): ±2 °C (±3,6 °F) ou ±2% do v. m. (é válido o valor superior)
Reprodutibilidade	±1 °C (±1,8 °F) ou ±1% (é válido o valor superior)
Diâmetro mínimo do ponto de medição	Objetiva standard: 10mm a 1 m Teleobjetiva: 3mm a 1 m
<b>Condições do ambiente</b>	
Temperatura de utilização	-15...40 °C (5...113 °F)
Temperatura de armazenamento	-30...60 °C (-22...140 °F)
Umidade do ar	20...80 %HR, sem condensação
<b>Norma Diretiva CE 2004/108/CE</b>	

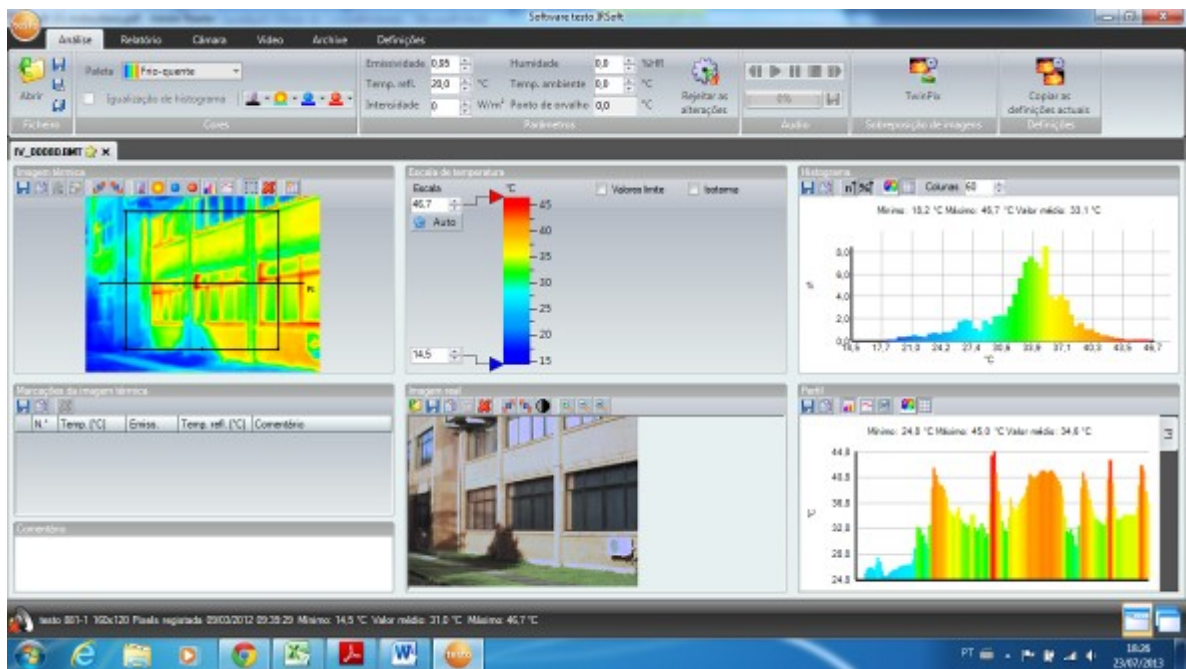


Figura 230 Equipamento termovisor 881-1, conexão USB e tela de análise termografia IRSoft v3.1 (teste 2012).



Figura 231 Secretaría del Curso de Arquitectura y Urbanismo – Orientación NO – G1.

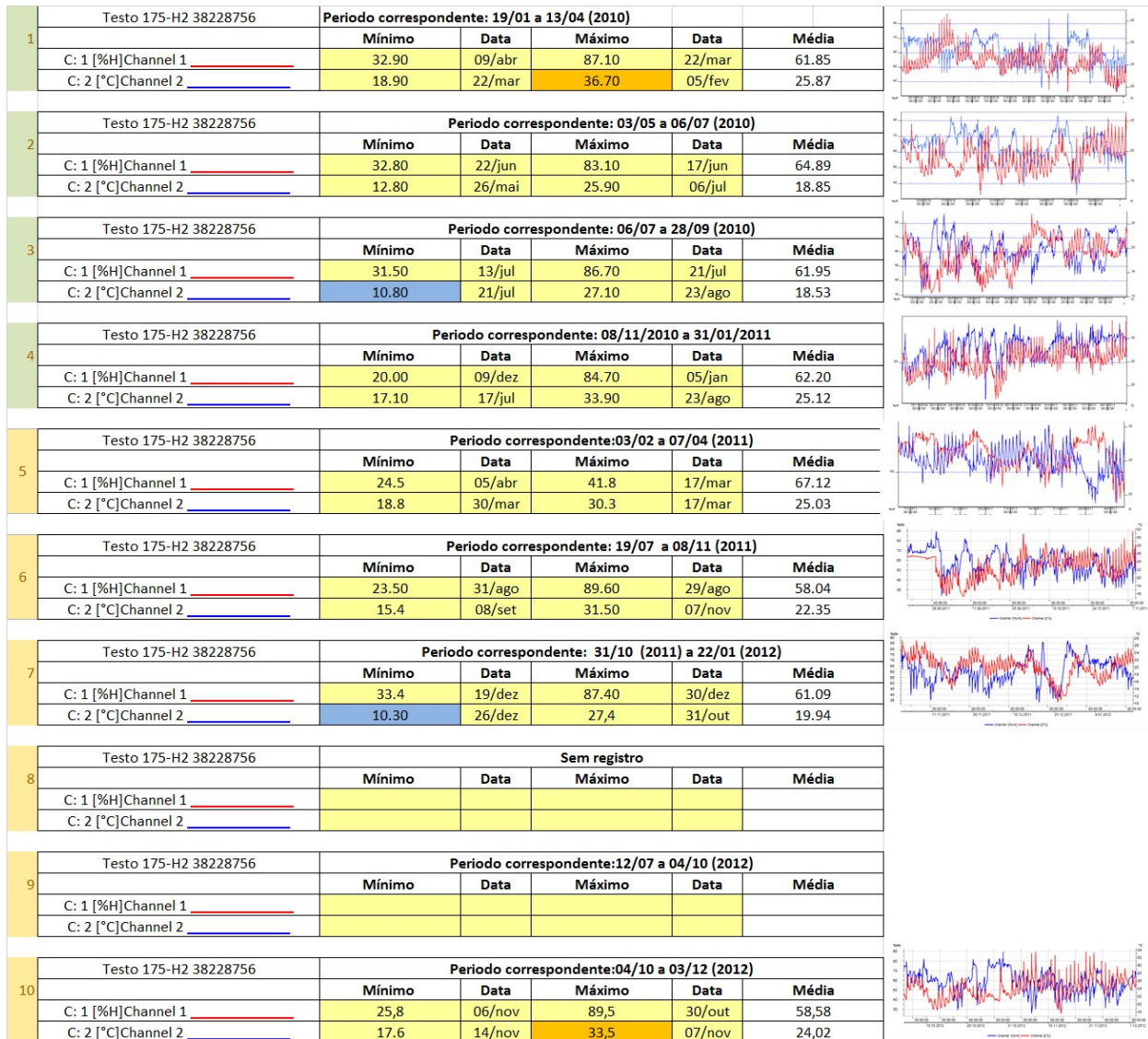


Figura 232 Variables ambientales en la Secretaría del Curso de Arquitectura y Urbanismo con registros mínimos y máximos de temperatura.



Figura 233 Secretaría del Curso de Ingeniería Ambiental – Orientación SE – G1.

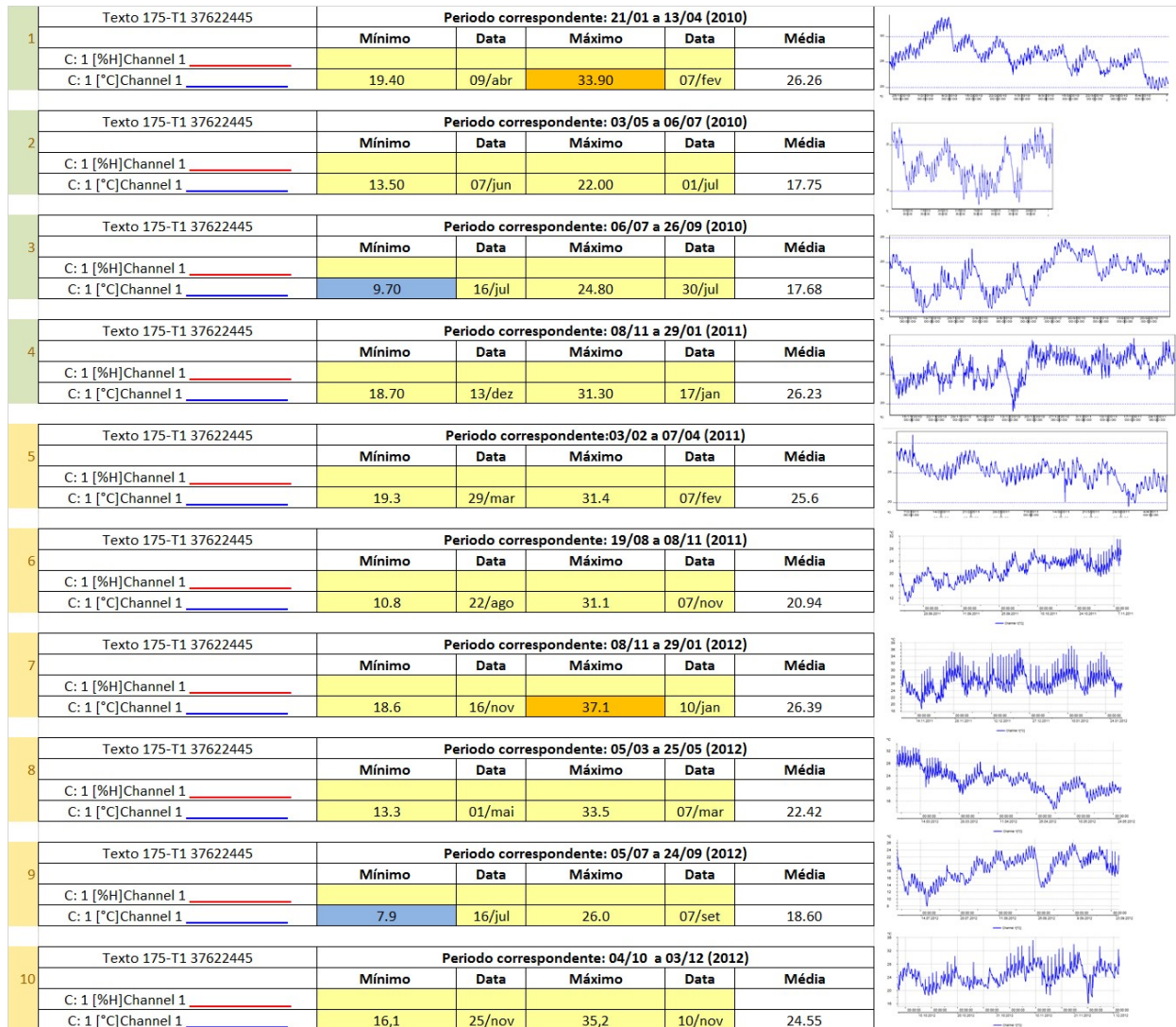


Figura 234 Variables ambientales en la Secretaría del Curso de Ingeniería Ambiental con registros mínimos y máximos de temperatura.





Figura 235 Laboratorio de Carnes – Orientación NNO – L1.

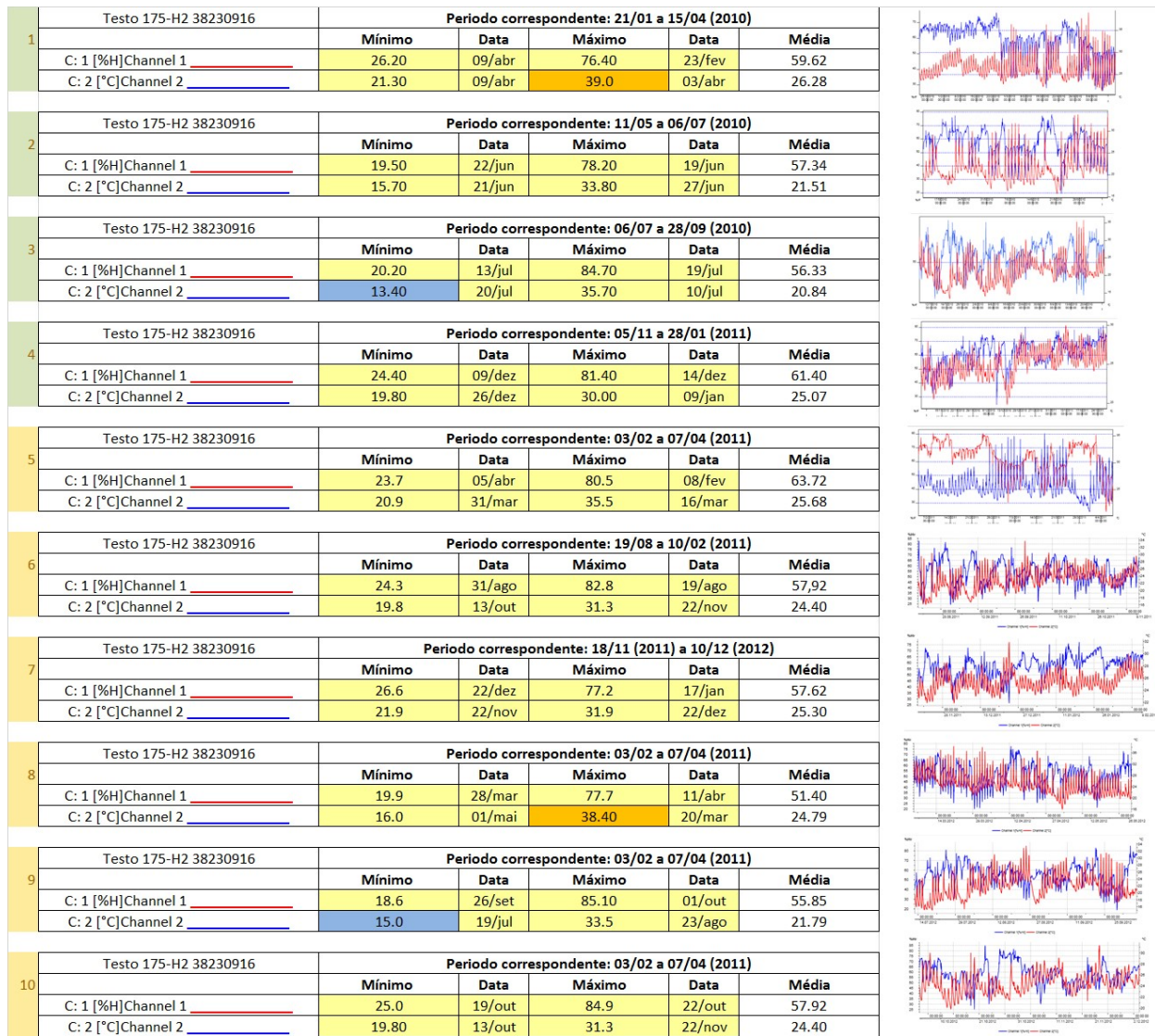


Figura 236 Variables ambientales en el Laboratorio de Carnes con registros mínimos y máximos de temperatura.



Figura 237 Laboratorio de Aulas Prácticas – Orientación SSE – L1.

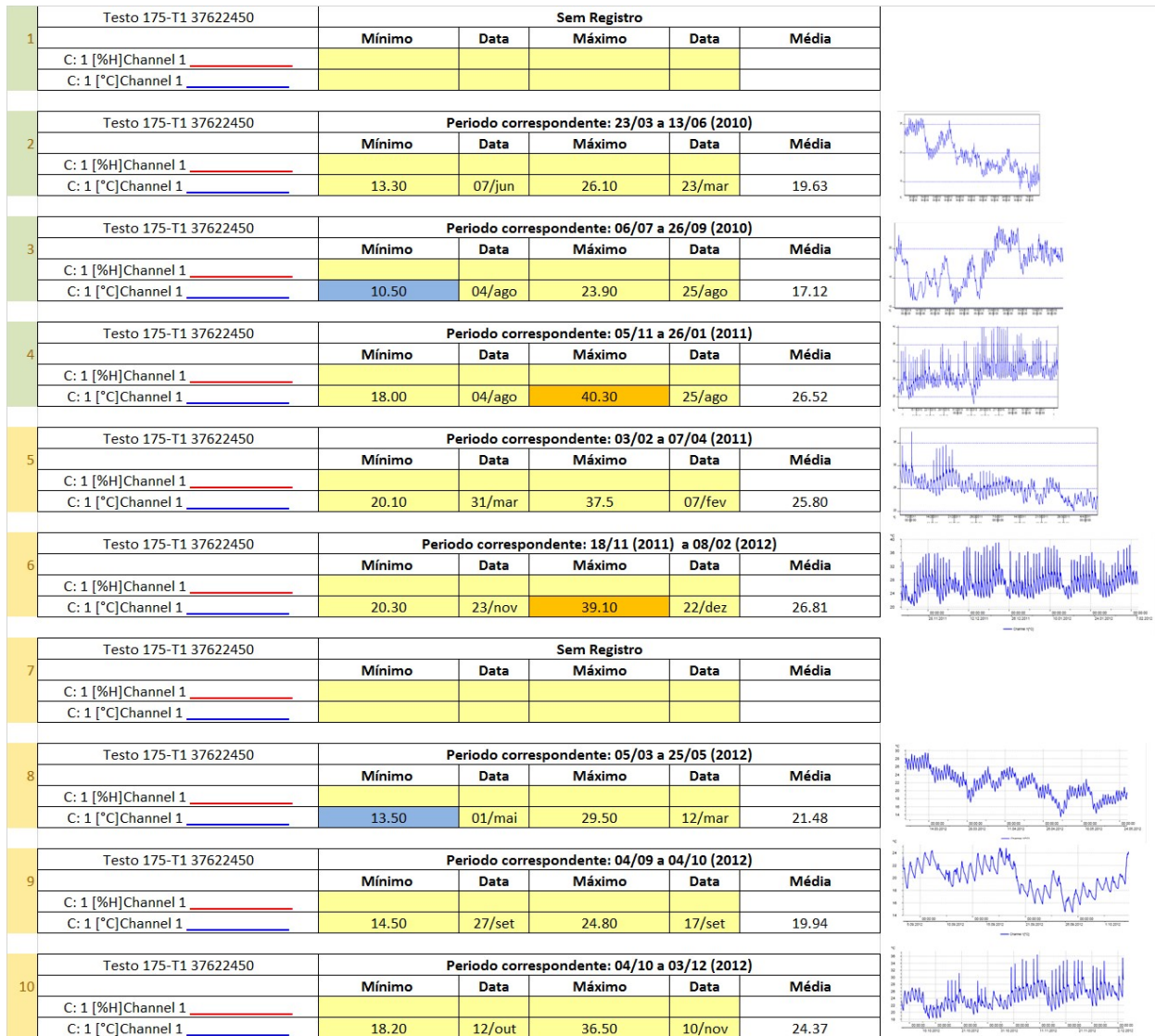


Figura 238 Variables ambientales en el Laboratorio de Aulas Prácticas con registros mínimos y máximos de temperatura.

# ANEXO XVI EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DE CONFORT TÉRMICO

## A. Modelo de encuesta para valoración de confort térmico



Questionário:

### Influência do conforto térmico no desempenho acadêmico de universitários

1. Sexo:  Masculino  Feminino

1.1. IMC (índice de massa corporal):

Sua altura:  m  cm. Seu peso:  Kg

O seu Índice de Massa Corporal é:

Segundo a O.M.S., o índice normal é entre 18.5 e 25

\*IMC = peso / (altura)<sup>2</sup>

1.2 Idades:  anos

1.3 Vestimenta: \_\_\_\_\_

1.4 Sua ultima refeição foi:

leve;  lanche;  
 pesada;  não me alimentei.

1.5 Meio de transporte utilizado para deslocamento até a universidade:

carro;  ônibus;  a pé.

2. Seu estado fisiológico nesse momento:

cansaço;  vertigem;  garganta irritada  
 irritação do nariz;  perda de concentração;  
 menstruação (p/sexo feminino)

3. Em sua sala de aula a respeito da:

\*temperatura  satisfeito; \*umidade  satisfeito;  
 insatisfeito;  insatisfeito;  
\*iluminação  satisfeito; \*qualidade do ar  satisfeito;  
 insatisfeito;  insatisfeito;  
\*acústica  satisfeito; \*conforto das cadeiras e mesas  satisfeito;  
 insatisfeito;  insatisfeito;

4. Como você se sente agora?

com calor;  muito calor;  pouco calor;  
 nem calor/nem frio;  com frio;  muito frio;  pouco frio.

5. como está o ambiente térmico junto a você agora?

confortável;  extremamente confortável;  desconfortável;  
 muito desconfortável;  pouco desconfortável;

6. Como você preferia estar agora?

mais aquecido;  pouco mais aquecido;  bem mais refrescado;  
 bem mais aquecido;  mais refrescado;  sem mudança/assim mesmo.

7. Em sua opinião, como você julga o ambiente térmico junto a você?

intolerável;  razoavelmente difícil tolerar;  pouco difícil de tolerar;  
 muito difícil tolerar;  perfeitamente tolerável.

## B. Resultados de la valoración de confort térmico PPD - PMV

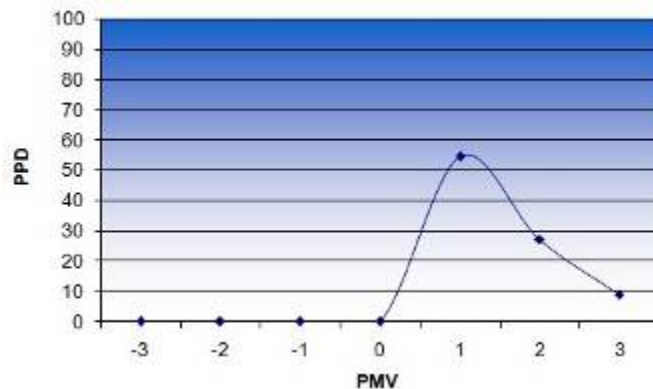


Figura 239 Sensación térmica (PPD) de los usuarios de Laboratorio de Aulas Prácticas, tarde del 31/03/2010.

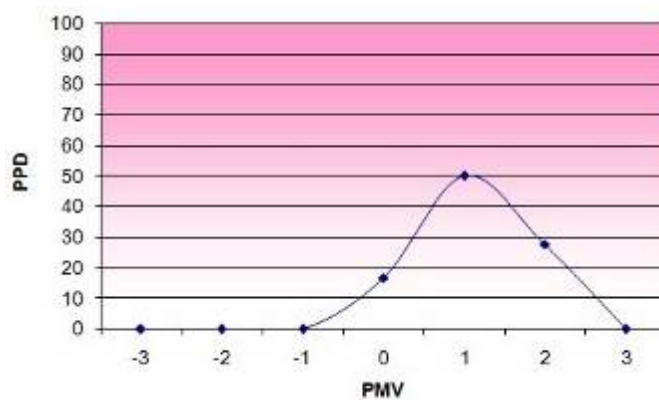


Figura 240 Sensación térmica (PPD) de las usuarias del Laboratorio de Aulas Prácticas, tarde del 31/03/2010.

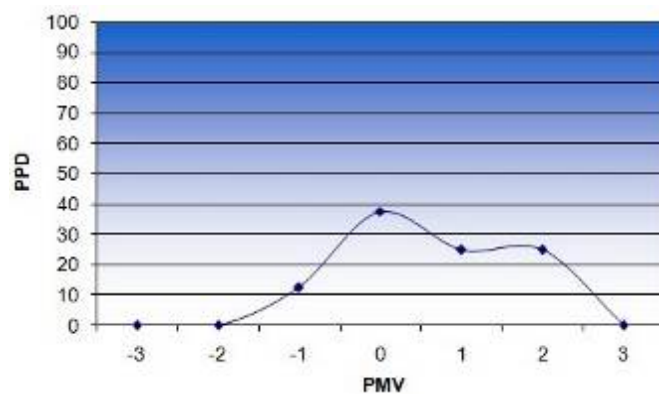


Figura 241 Sensación térmica (PPD) de los usuarios de la Sala 11/G1, tarde del 30/03/2010.

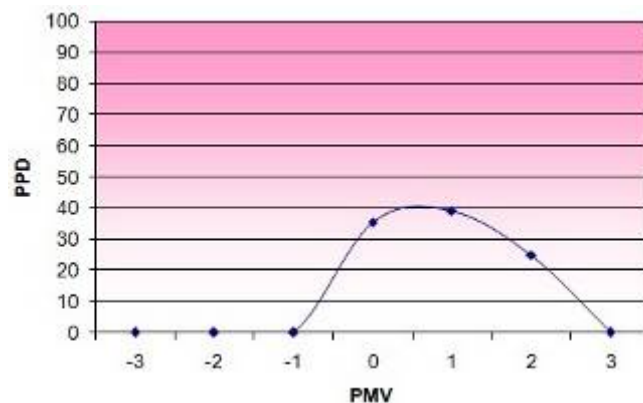


Figura 242 Sensación térmica (PPD) de las usuarias de la sala 11/G1, tarde del 30/03/2010.

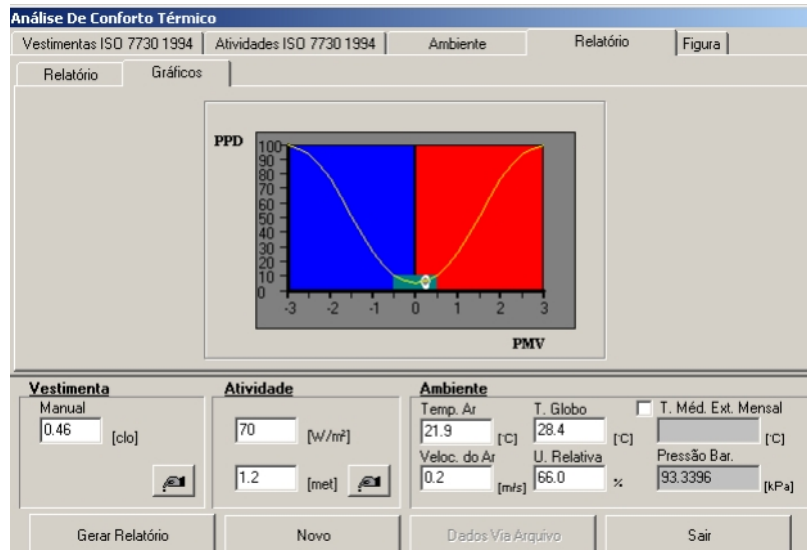


Figura 243 PMV/PPD, grupo masculino y femenino sala 102/L1, tarde del 31/03/2010 - Analysis CST<sup>131</sup>.

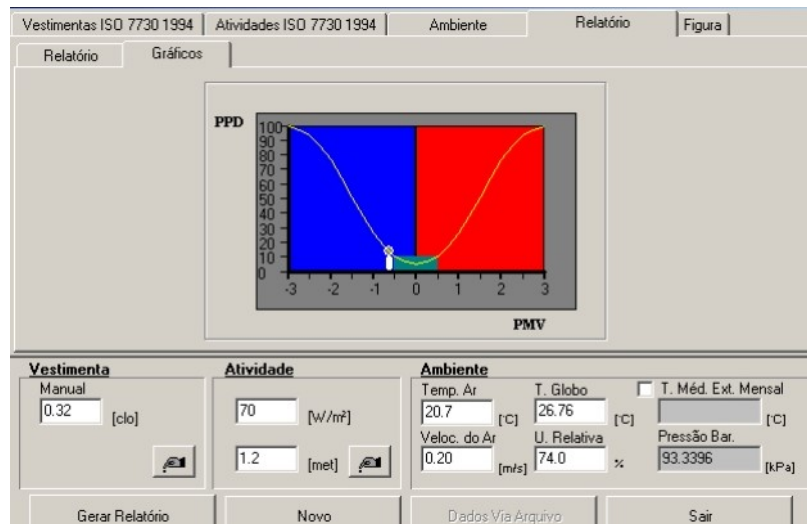


Figura 244 PMV/PPD grupo masculino sala 11/G1, tarde del 30/03/2010 - Analysis CST.

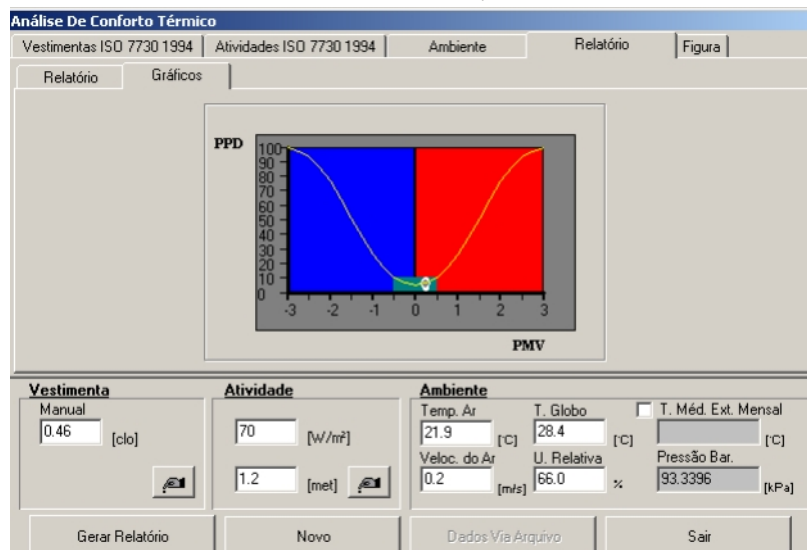


Figura 245 PMV/PPD grupo femenino sala 11/G1, tarde del 30/03/2010 -Analysis CST.

<sup>131</sup> Los resultados son iguales debido a los semejantes índices *clo* (0,458 para los hombres y 0,464 para las mujeres).

### C. Resultados de la valoración de confort adaptativo macro-zonas

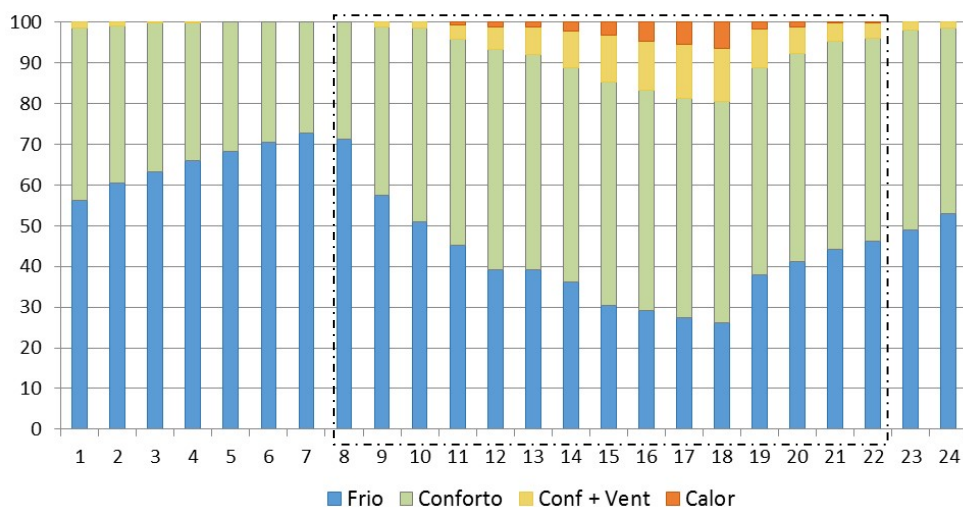


Figura 246 Representación gráfica de las condiciones de confort adaptativo para el edificio G1 – Ingeniería Ambiental.

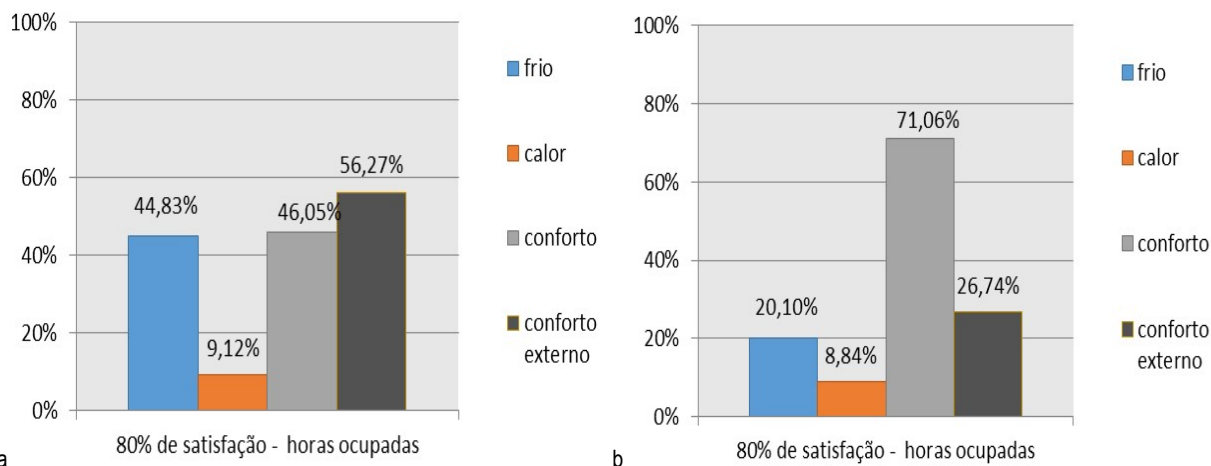


Figura 247 Condiciones de confort adaptativo en las horas ocupadas edificio G1: Ingeniería Ambiental (a) y Arquitectura y Urbanismo (b).

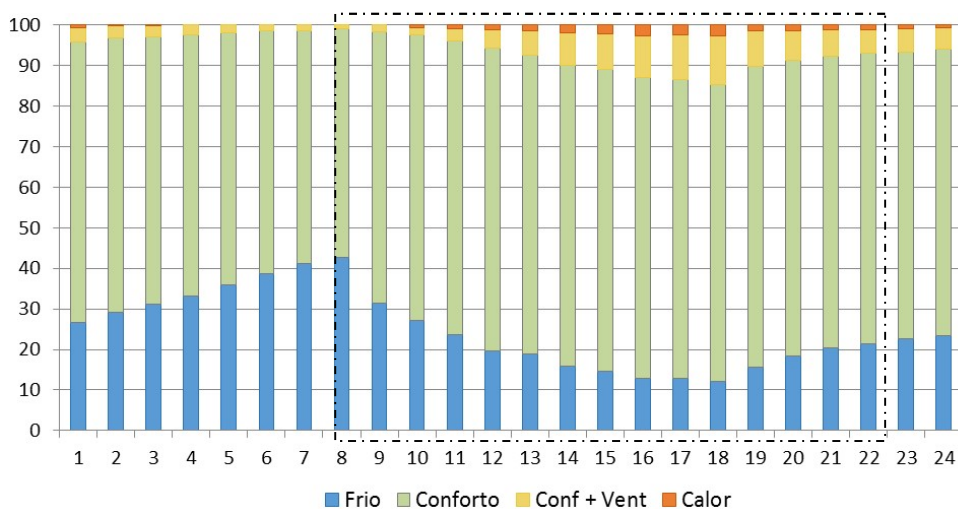


Figura 248 Representación gráfica de las condiciones de confort adaptativo para el edificio G1 - Arquitectura y Urbanismo.

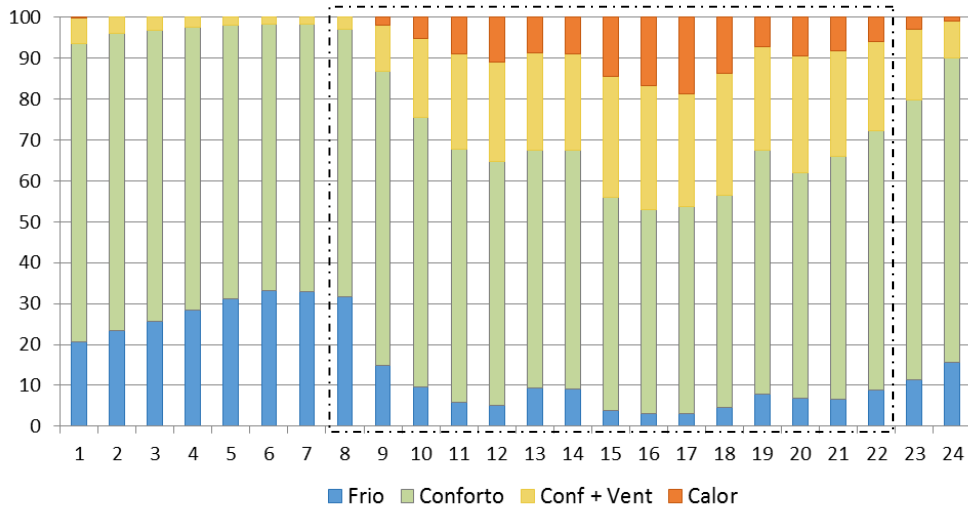


Figura 249 Representación gráfica de las condiciones de confort adaptativo para el edificio L1 – Aulas Prácticas.

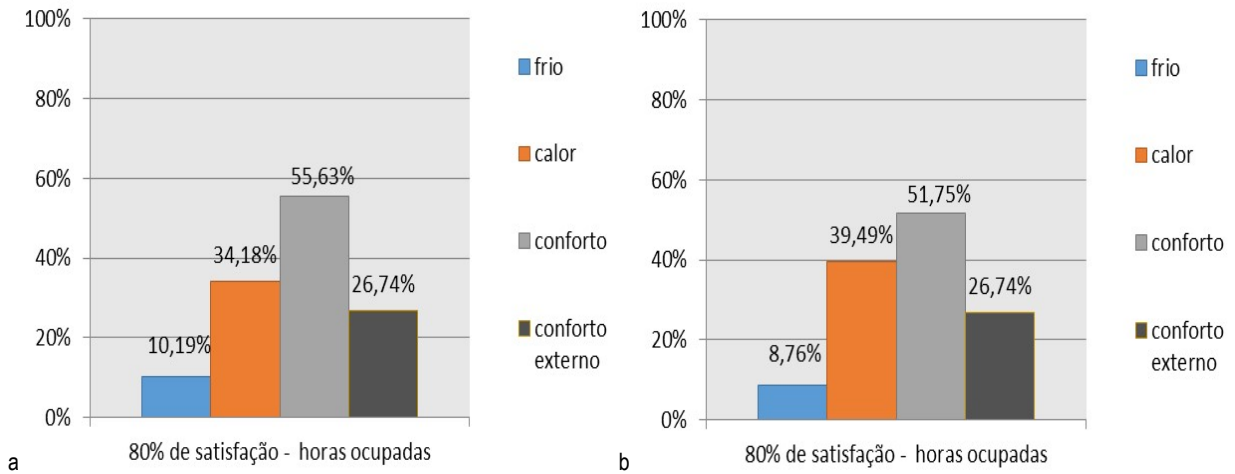


Figura 250 Condiciones de confort adaptativo en las horas ocupadas edificio L1: Aulas Prácticas (a) y Laboratorio de Carnes (b).

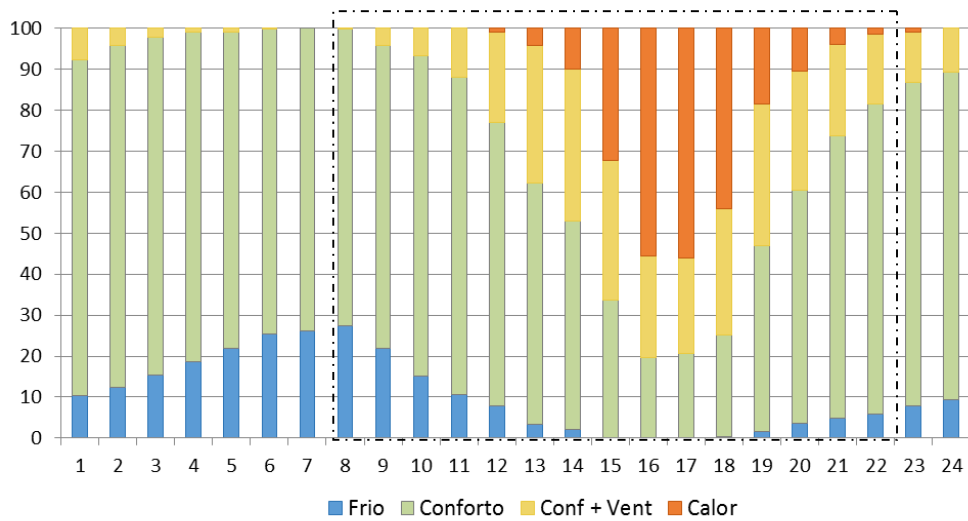


Figura 251 Representación gráfica de las condiciones de confort adaptativo para el edificio L1 - Laboratorio de Carnes.

# ANEXO XVII EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO TÉRMICO Y ENERGÉTICO

## A. Multi-zonas térmicas

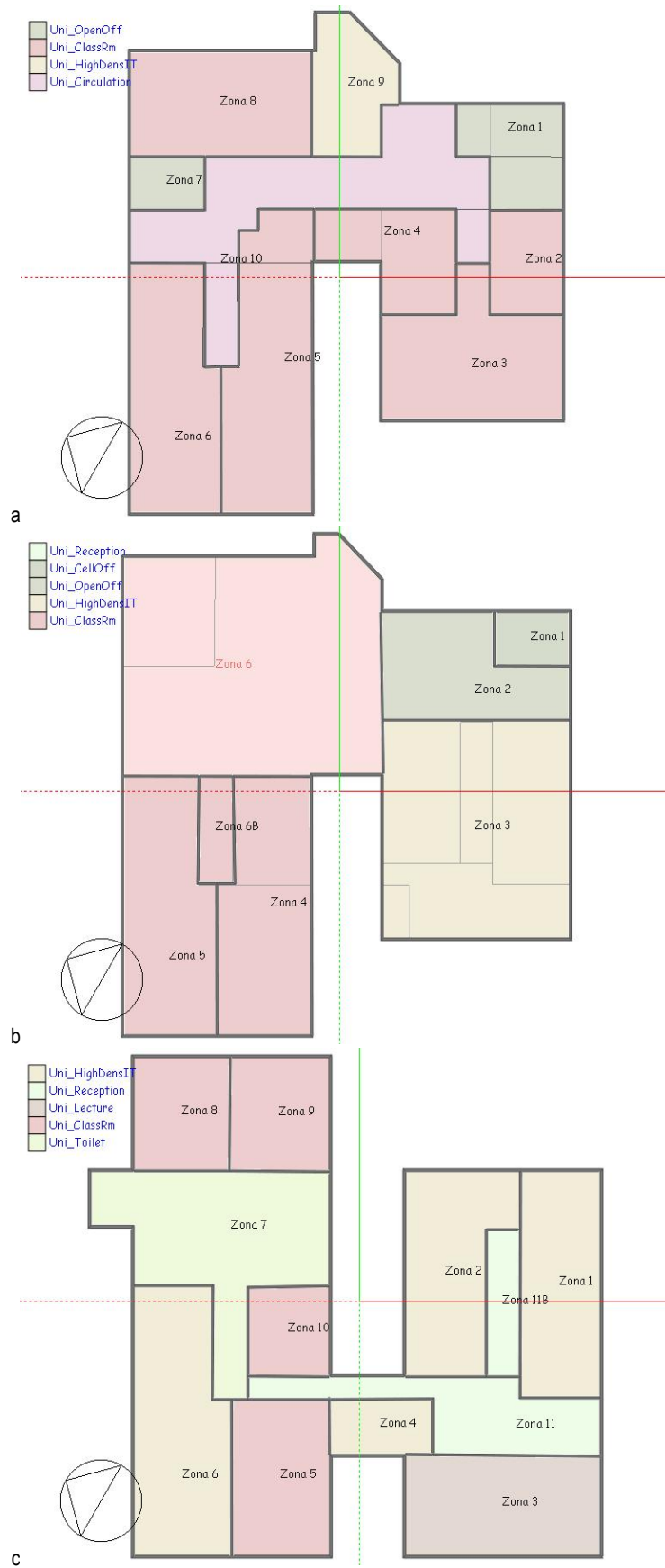


Figura 252 Multi-zonas térmicas edificio G1 *DesignBuilder*: a. 2ª planta; b. planta baja; c. sótano.



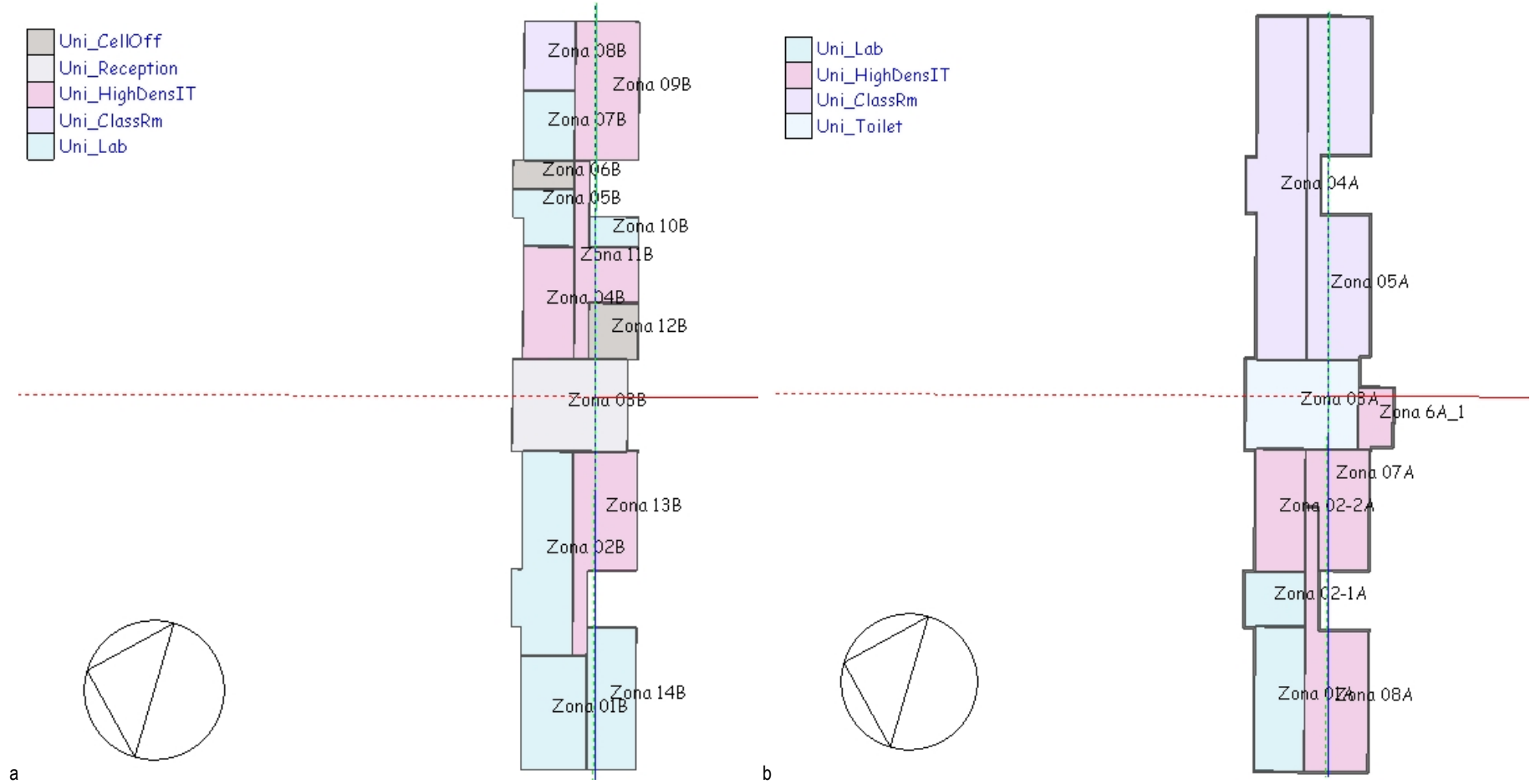


Figura 253 Multi-zonas térmicas edificio G1 *DesignBuilder*. a. planta baja; b. sótano.

## B. Programación de uso y ocupación

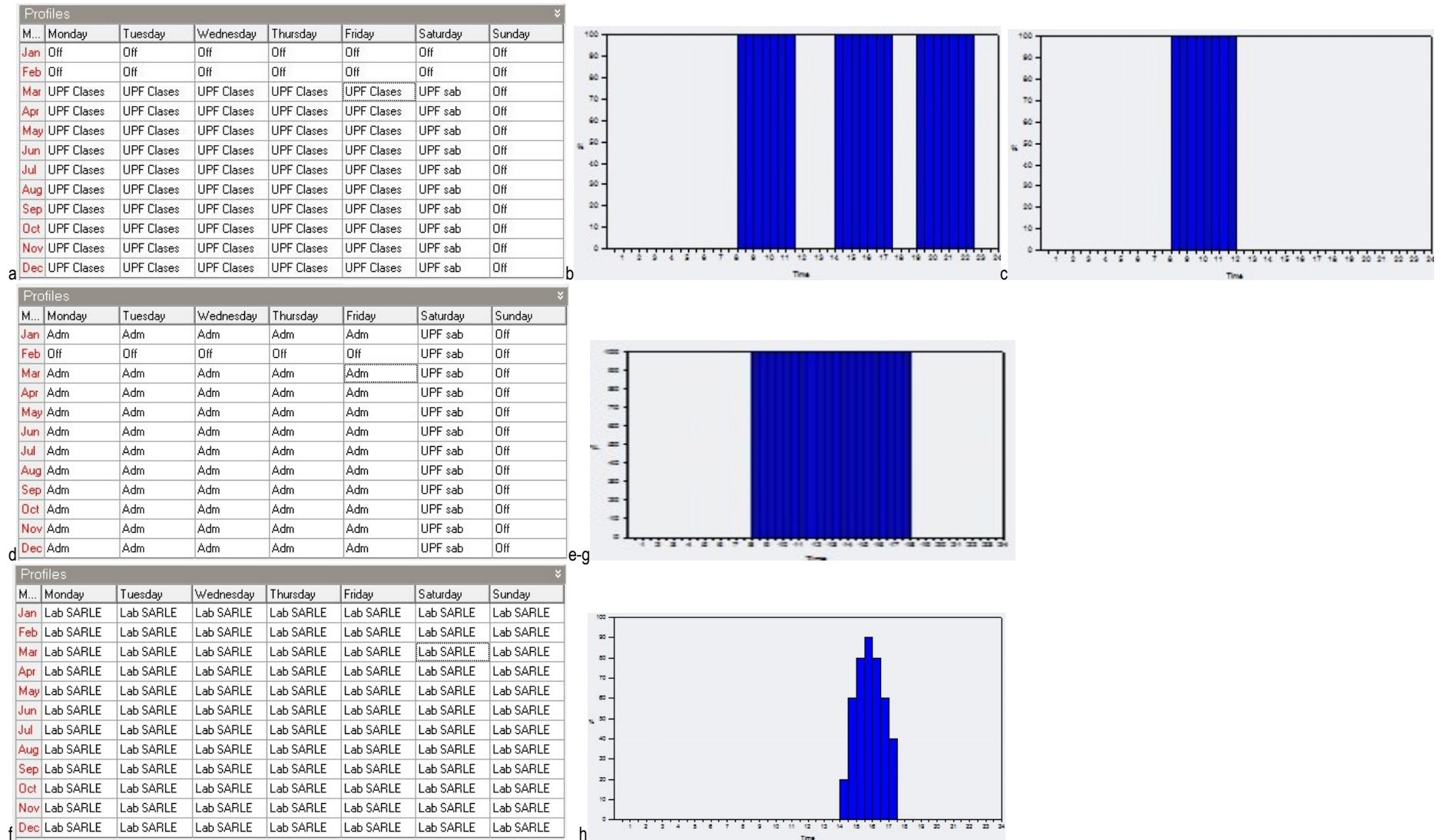


Figura 254 Programación – schedules para los modelos de referencia *DesignBuilder*: a. clases y espacios académicos anual - UPF<sub>lectivo</sub>; b. programación diaria clases; c. programación sábados; d. espacios administrativos anual - UPF<sub>administrativo</sub>; e. programación diaria administrativo; f. laboratorios anual - UPF<sub>lab</sub>; g. programación diaria laboratorios – LabSARLE; h. programación diaria laboratorios didácticos. OBS: se consideraron perfiles de 100% de uso y ocupación para todos los espacios de clase y administrativo, teniendo en cuenta las diferencias entre los inputs del software y los datos de consumo real.

### C. Resultados de simulación DesignBuilder

Tabla 60 Ganancias de calor internas - simulaciones *DesignBuilder* (kWh/año), modelos de referencia R.

Edificio	Iluminación		Procesamiento	Ganancias por Cocina	Computadoras + Equipos	Ocup.	Ganancias Solares por Ventanas Exteriores	Calentamiento Sensible de Zona/Sist.	Total ganancias positivas	Enfriamiento Sensible de Zona/Sist.	Calor latente	Balance térmico
	General	Varias										
G1	89.421,18	53.261,78	34.465,19	1.865,24	83.569,35	118.235,30	55.199,13	4.898,13	440.915,30	-59.314,47	126.650,10	254.950,73
L1	94.410,45	51.733,75	67.551,15	10.636,91	51.148,47	93.945,54	337.348,90	7.555,89	714.331,06	-113.365,00	123.621,30	600.966,06

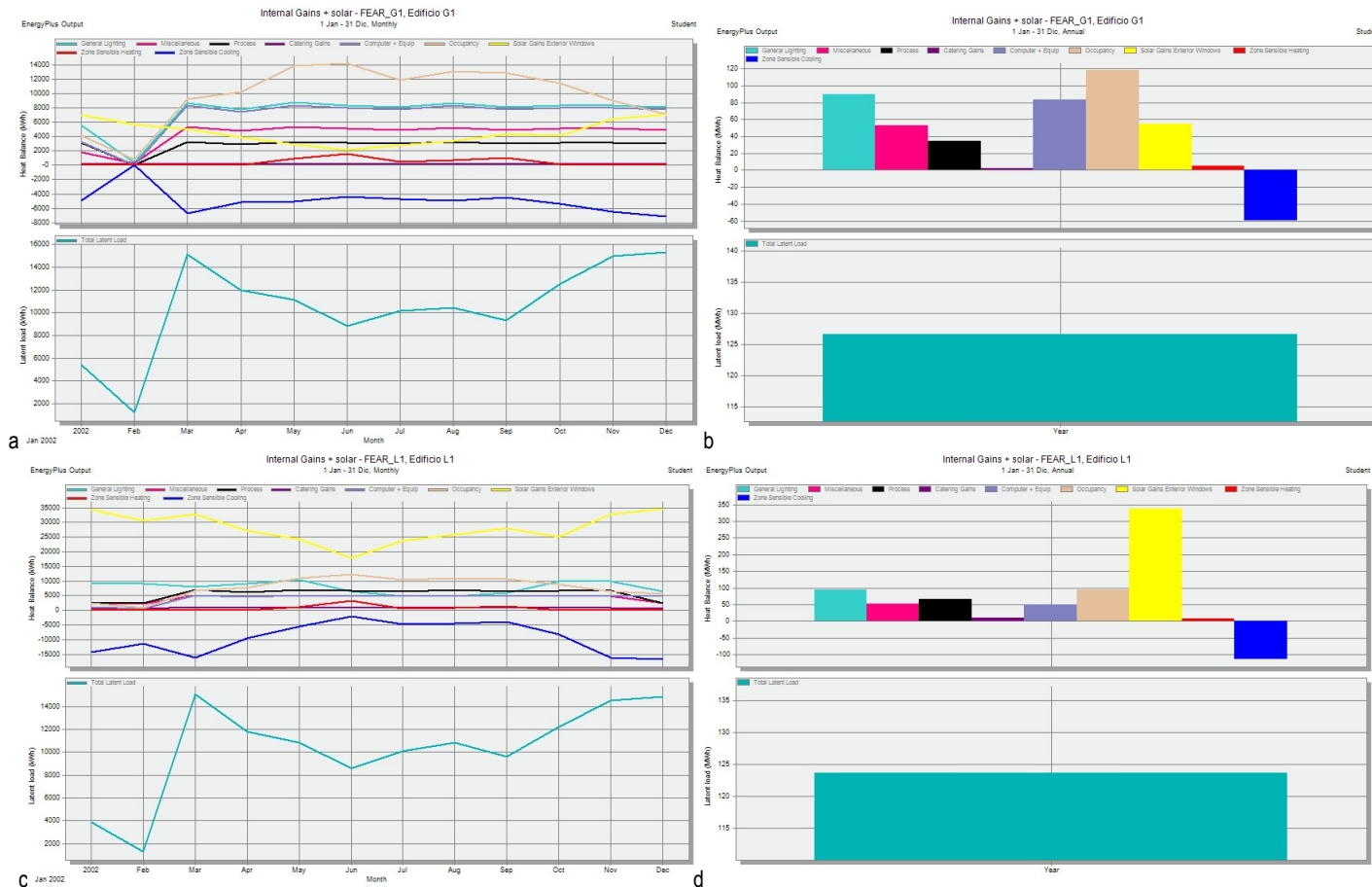


Figura 255 Ganancias de calor internas - simulaciones *DesignBuilder* (kWh/año), modelos de referencia R: a. mensual G1; b. anual G1; c. mensual L1; d. anual L1.

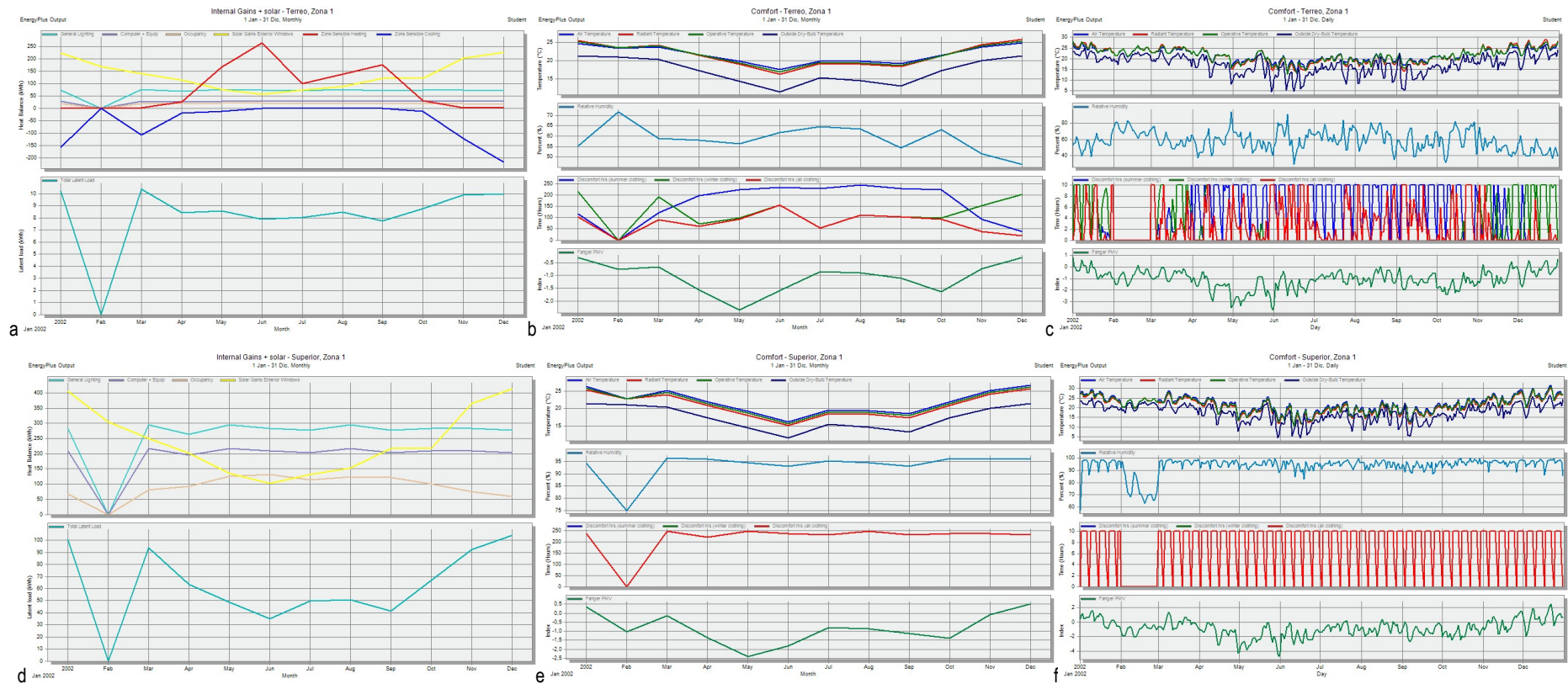


Figura 256 Resultados de las simulaciones de ganancias internas y condiciones de confort mensuales y de confort diarios en la Secretaria de Arquitectura y Urbanismo - Terreo Zona 1 (a, b y c) and Ingeniería Ambiental – Superior Zona 1 (d, e y f).

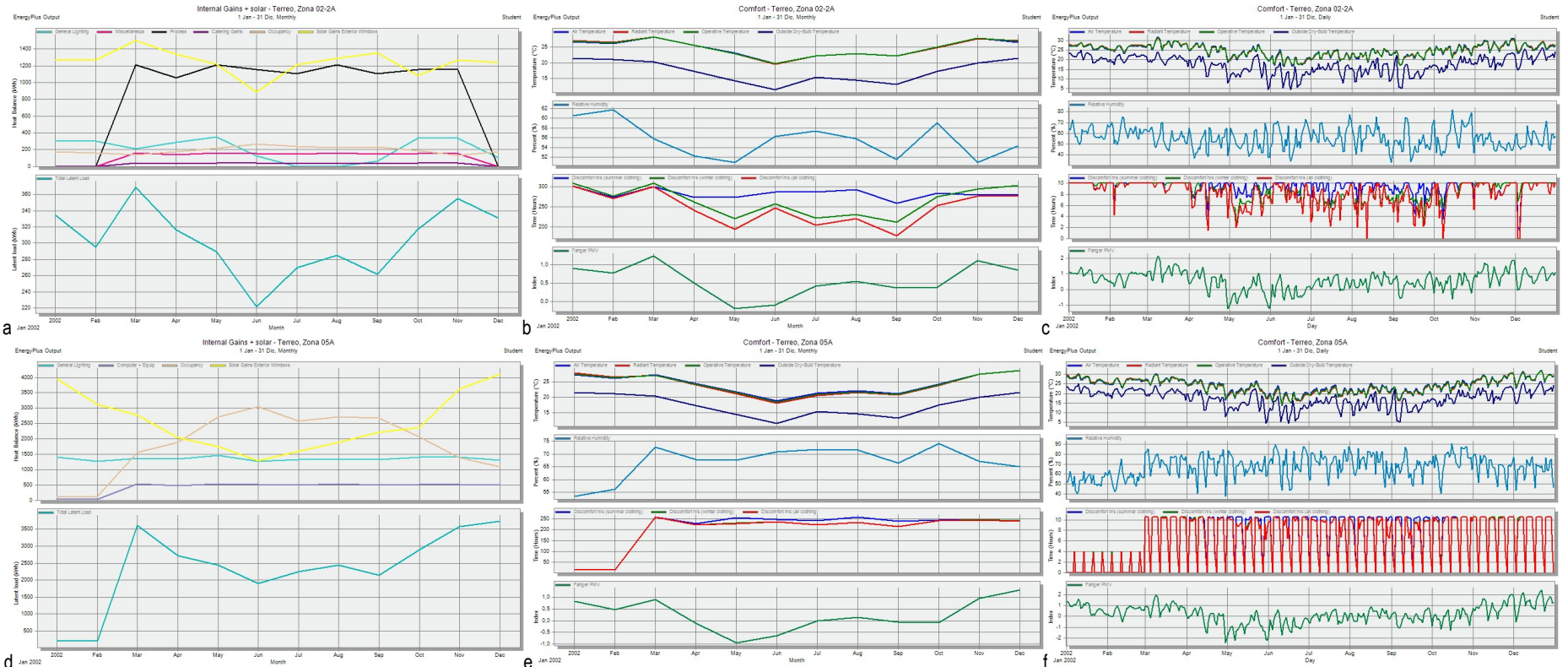


Figura 257 Resultados de las simulaciones de ganancias internas y condiciones de confort mensuales y de confort diarios en el Laboratorio de Carnes - Terreo Zona 02-2A (a, b y c) y Laboratorio de Aulas Prácticas – Terreo Zona 05A (d, e y f).

## D. Radiación solar y termografía

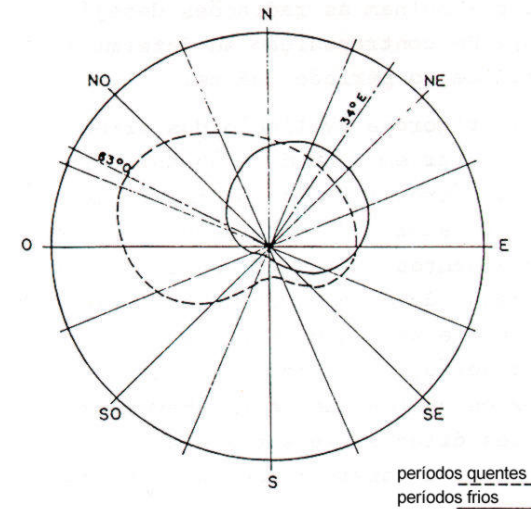
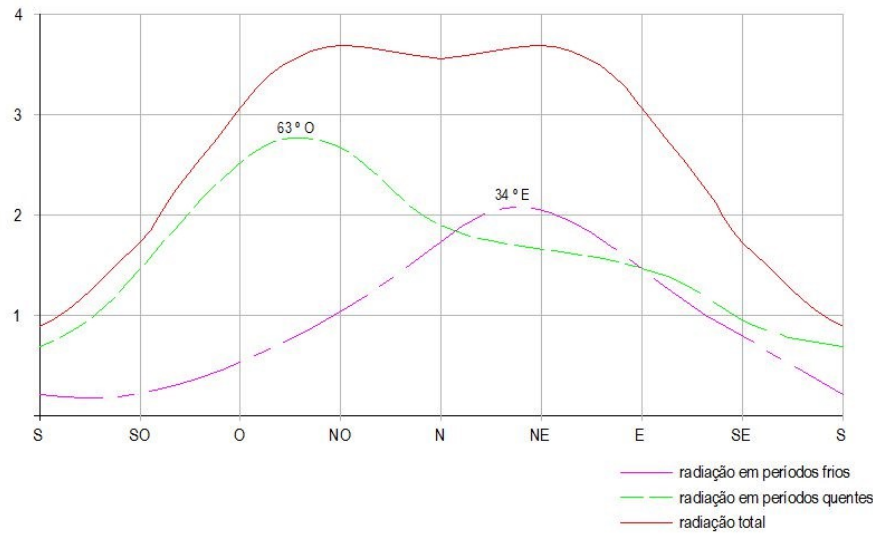


Figura 258 a. Radiación solar en las superficies verticales según la orientación y periodos fríos y calientes latitud 30° (kcal.10<sup>6</sup>día<sup>-1</sup>) (Fradoso 2001, 85; adaptado de Aroztegui 1977, 66); b. Radiación solar en las superficies verticales según la orientación y periodos fríos y calientes latitud 30° - coordenadas polares (Aroztegui 1977, 66).

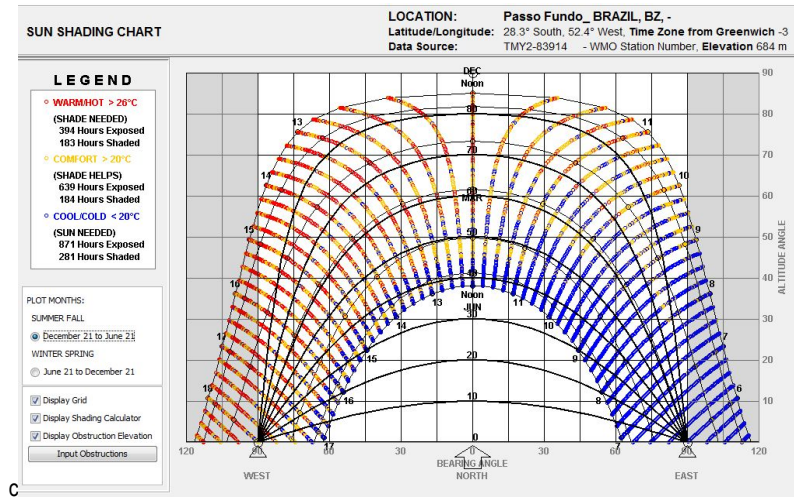
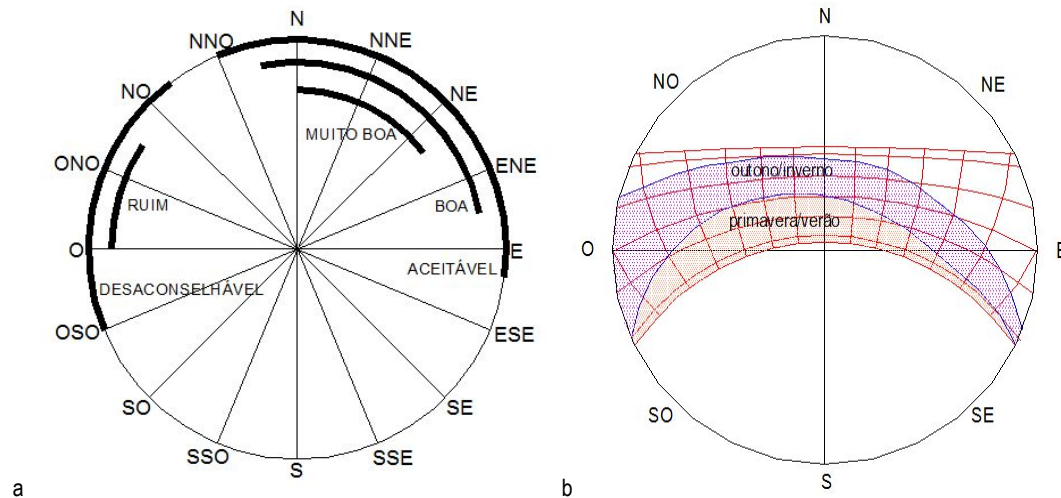


Figura 259 a. Evaluación de las orientaciones respecto los aspectos térmicos (Fradoso 2001, 87; adaptado de Aroztegui 1977, 67); b. Diagrama de sombra deseable a los 20°C, latitud 28°25'S (Fradoso 2001, 87); c. Carta de Sombra para Passo Fundo a partir del software *Climate Consultant* (Ligget y Milne 2012).

Tabla 61 Análisis termográfica de invierno y primavera - termovisor testo 881-1 (testo AG 2011b) y software IIRSoft v3.1 (testo AG 2012).

Ed.	Invierno/Primavera Ambiente/orientación	Fecha	Hora	Temp.		HR		Irradiancia <sup>1</sup>		Condición climática	Termografía interior				Termografía exterior			
				int.	ext.	int.	ext.	Directa	Difusa		Mín	Med.	Máx.	M1	Min.	Med.	Máx.	M1
G1	Sec. Arquit. y Urb. (NO)	02/jul/13	14:40	14,8°C	45,20%	18,6°C	48,60%	95W/m <sup>2</sup>	189W/m <sup>2</sup>	asoleado	15,2°C	19,3°C	24,1°C	19,1°C	16,6°C	23,5°C	46,8°C	23,2°C
	Sec. Ing. Ambiental (SE)	02/jul/13	14:50	15,5°C	45,70%	18,1°C	49,20%	0	79W/m <sup>2</sup>	asoleado	12,9°C	17,1°C	37,3°C	16,1°C	10,0°C	15,5°C	28,9°C	17,1°C
L1	Lab. Carnes (NNO)	02/jul/13	15:15	21,5°C	61,40%	19,6°C	40,90%	156W/m <sup>2</sup>	127W/m <sup>2</sup>	asoleado	17,5°C	25,0°C	35,3°C	28,6°C	1,9°C	22,4°C	43,1°C	23,0°C
	Lab. Aulas Práct. (SSE)	02/jul/13	15:30	20,5°C	59,40%	19,2°C	49,30%	112W/m <sup>2</sup>	161W/m <sup>2</sup>	asoleado	(-7,0°C)	15,3°C	23,8°C	15,0°C	(-19,8°C)	11,8°C	28,9°C	14,5°C
G1	Sec. Arquit. y Urb. (NO)	13/dec/13	15:15	26,2°C	57,40%	28,1°C	43,50%	0	203W/m <sup>2</sup>	nublado <sup>2</sup>	23,5°C	26,6°C	28,7°C	27,0°C	25,7°C	28,5°C	37,5°C	31,0°C
	Sec. Ing. Ambiental (SE)	13/dec/13	15:18	27,3°C	54,80%	29,5°C	44,20%	44W/m <sup>2</sup>	176W/m <sup>2</sup>	nublado <sup>2</sup>	26,2°C	28,6°C	35,6°C	29,2°C	24,8°C	31,0°C	36,6°C	29,6°C
L1	Lab. Carnes (NNO)	13/dec/13	15:30	29,9°C	45,00%	30,2°C	41,50%	180W/m <sup>2</sup>	231W/m <sup>2</sup>	nublado <sup>2</sup>	24,3°C	27,4°C	30,9°C	27,8°C	19,4°C	28,6°C	43,6°C	28,1°C
	Lab. Aulas Práct. (SSE)	13/dec/13	15:34	29,9°C	46,40%	31,4°C	37,00%	128W/m <sup>2</sup>	265W/m <sup>2</sup>	nublado <sup>2</sup>	23,4°C	27,3°C	34,3°C	27,8°C	26,4°C	30,6°C	47,1°C	29,9°C

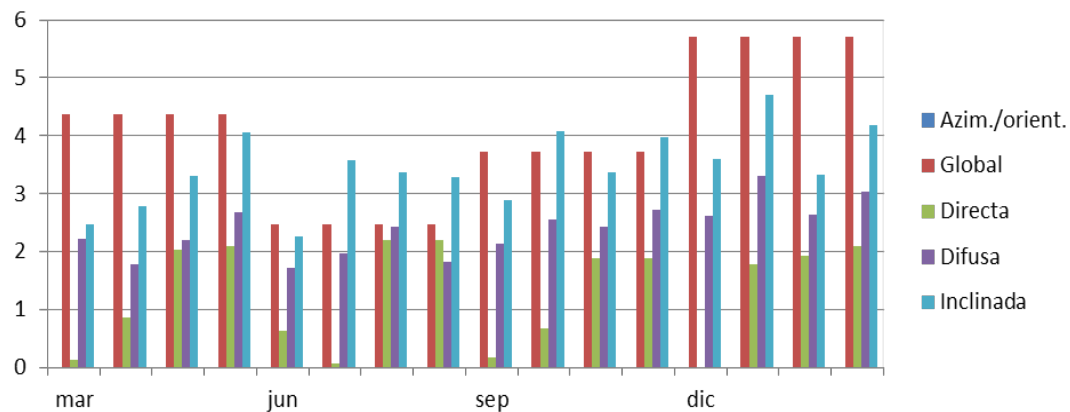
Obs. Datos de temperaturas de materiales con emisividad default 0,95 - ladrillo 0,93; vidrio 0,94; plásticos 0,94; acero 0,79 (testo AG 2011b).

<sup>1</sup> Datos de la irradiancia en las superficies según *Radiasol2* (Krenzinger y Bugs 2010);

<sup>2</sup> Bóveda celeste parcialmente cubierta.

Tabla 62 Irradiancia media en las superficies (kWh/m<sup>2</sup>. día) – *Radiasol2* (Krenzinger y Bugs 2010).

	Azim./orient.	Global	Directa	Difusa	Inclinada
mar	(-30° - NO)	4,37	0,13	2,22	2,48
	150° - SE	4,37	0,87	1,79	2,79
	(-16° - NNO)	4,37	2,03	2,21	3,31
	164° - SSE	4,37	2,09	2,69	4,05
jun	(-30° - NO)	2,47	0,63	1,71	2,27
	150° - SE	2,47	0,07	1,96	3,58
	(-16° - NNO)	2,47	2,21	2,42	3,38
	164° - SSE	2,47	2,21	1,82	3,29
sep	(-30° - NO)	3,73	0,18	2,13	2,90
	150° - SE	3,73	0,67	2,56	4,08
	(-16° - NNO)	3,73	1,88	2,42	3,38
	164° - SSE	3,73	1,88	2,73	3,97
dic	(-30° - NO)	5,70	0,00	2,62	3,61
	150° - SE	5,70	1,79	3,31	4,70
	(-16° - NNO)	5,70	1,93	2,63	3,32
	164° - SSE	5,70	2,10	3,03	4,18



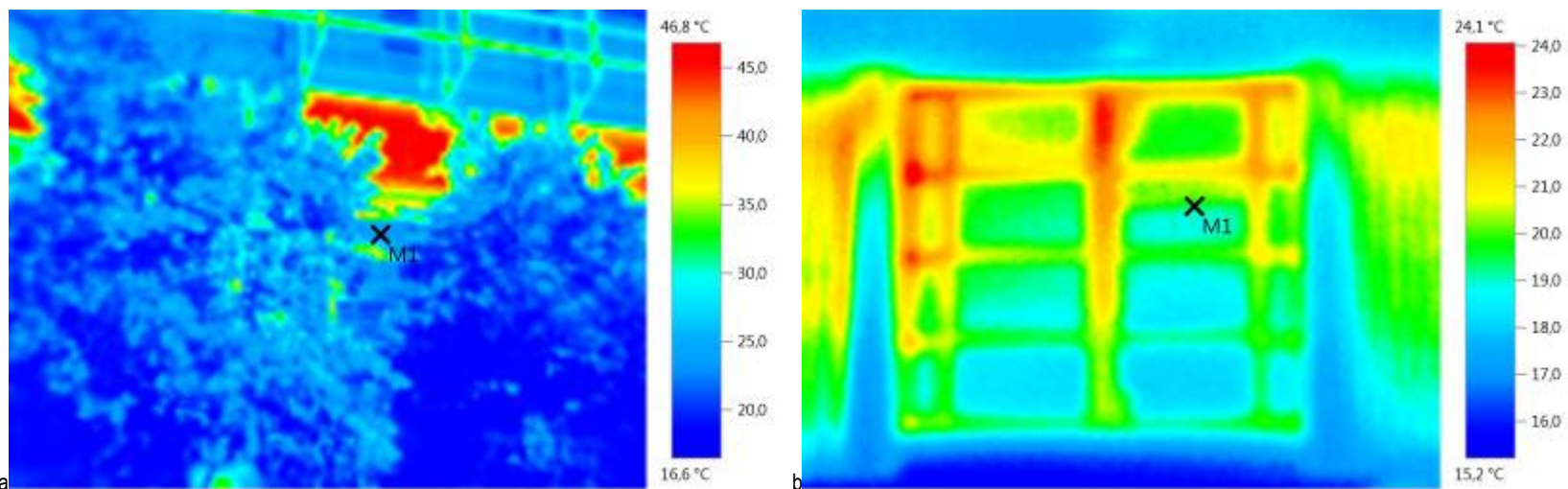


Figura 260 Termografía testo 881 IRSoft: Secretaría Arquitectura y Urbanismo G1 – Orientación NO - julio. a. exterior; b. interior.

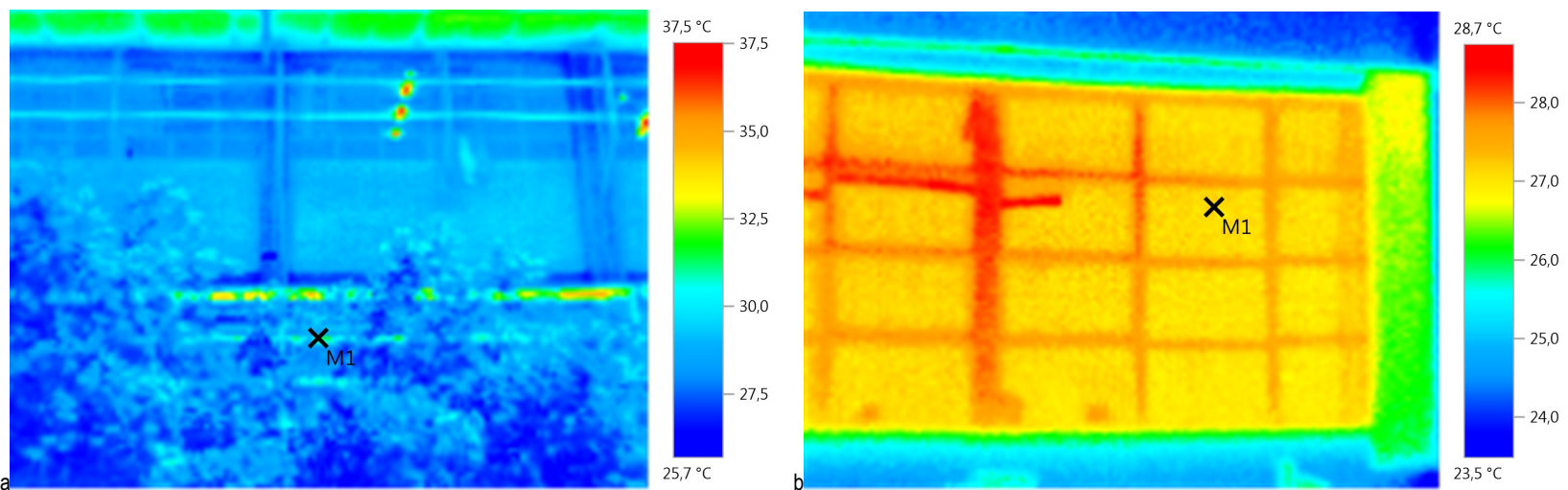


Figura 261 Termografía testo 881 IRSoft: Secretaría Arquitectura y Urbanismo G1 – Orientación NO - diciembre. a. exterior; b. interior.



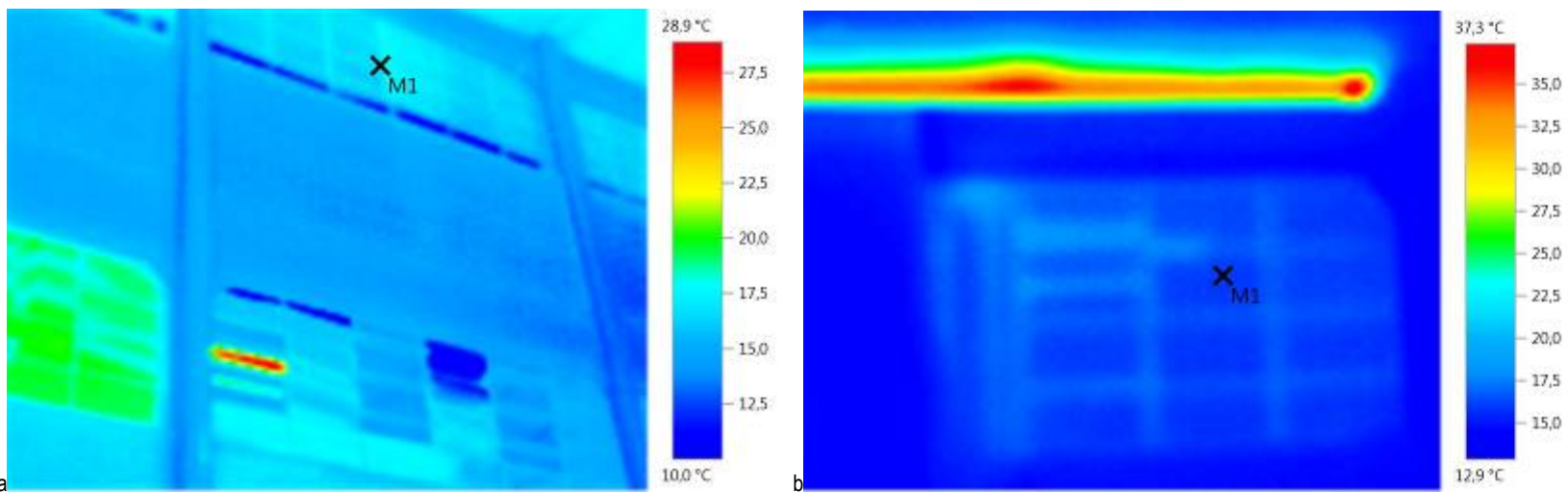


Figura 262 Termografía testo 881 IRSoft: Secretaría Ingeniería Ambiental G1 – Orientación SE - julio. a. exterior; b. interior.

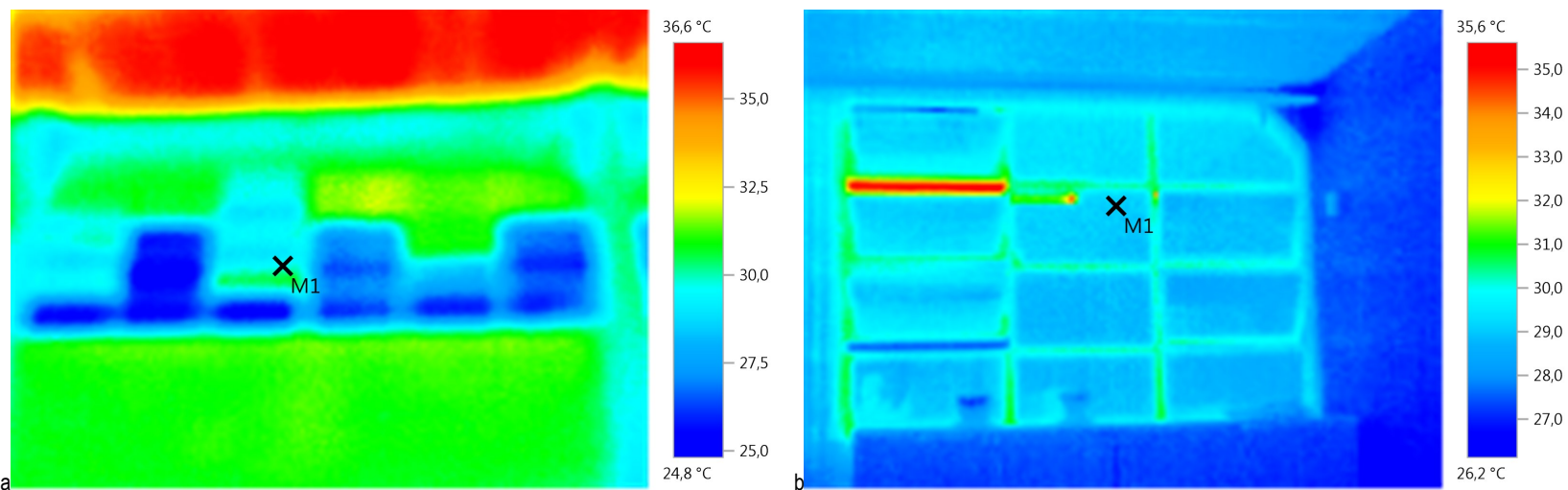


Figura 263 Termografía testo 881 IRSoft: Secretaría Ingeniería Ambiental G1 – Orientación SE - diciembre. a. exterior; b. interior.

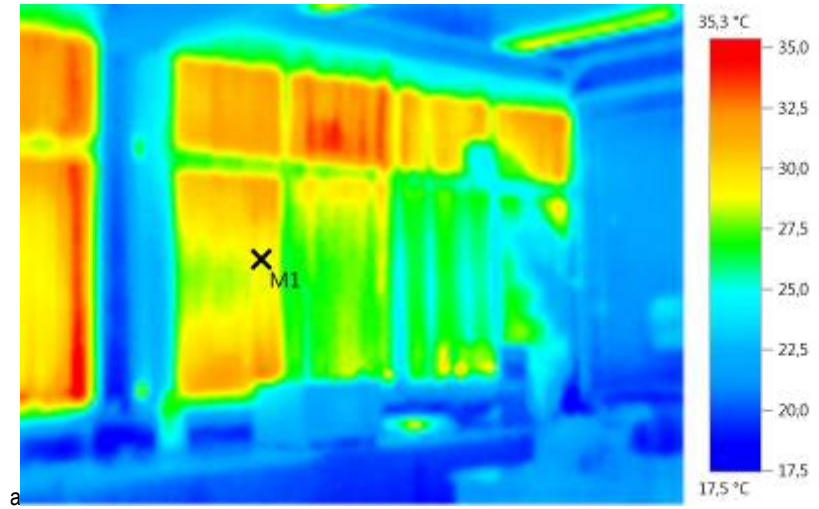
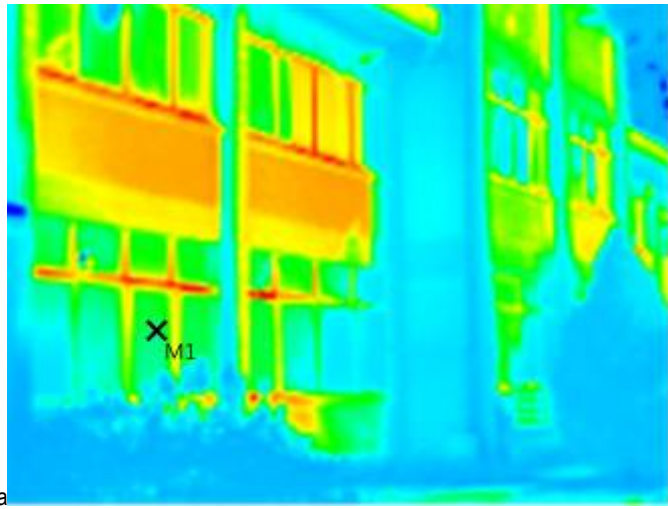


Figura 264 Termografía testo 881 IRSoft: Laboratorio de Carnes L1 – Orientación NNO - julio. a. exterior; b. interior.

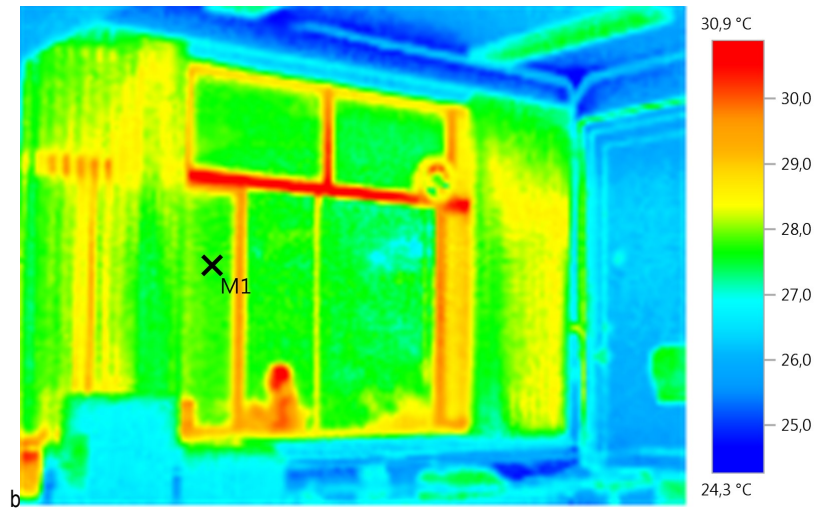
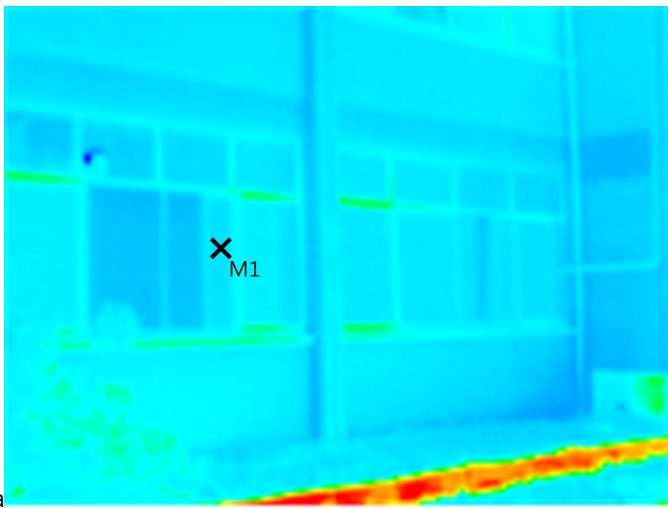


Figura 265 Termografía testo 881 IRSoft: Laboratorio de Carnes L1 – Orientación NNO - julio. a. exterior; b. interior.

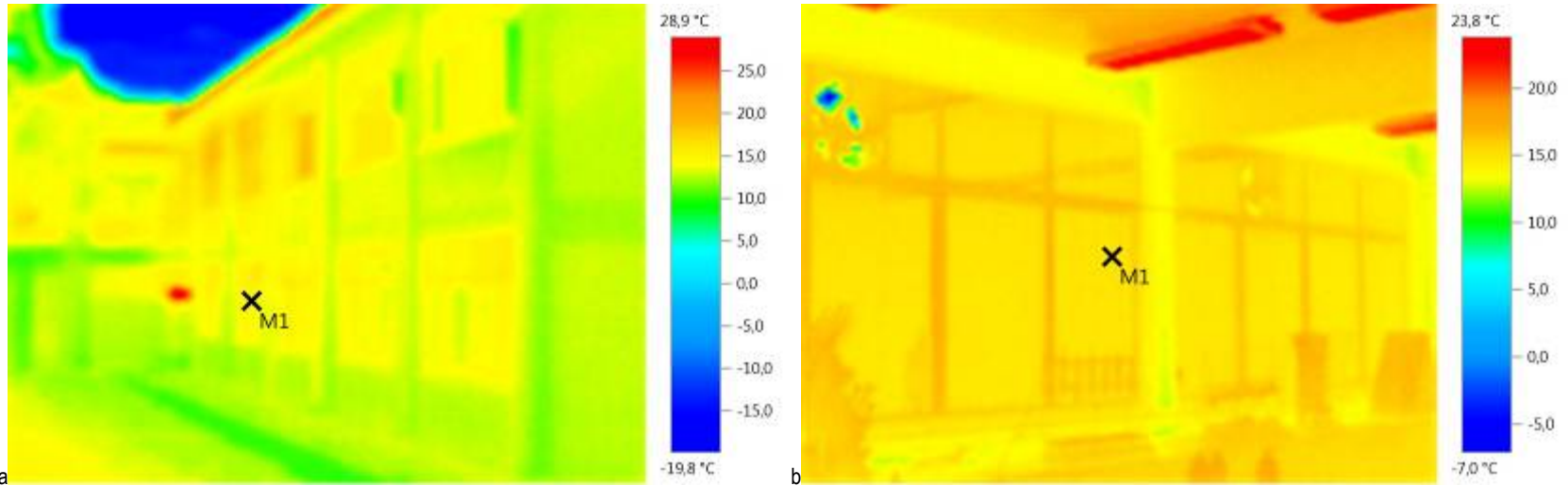


Figura 266 Termografía testo 881 IRSoft: Laboratorio Aulas Prácticas L1– Orientación SSE - julio. a. exterior; b. interior.

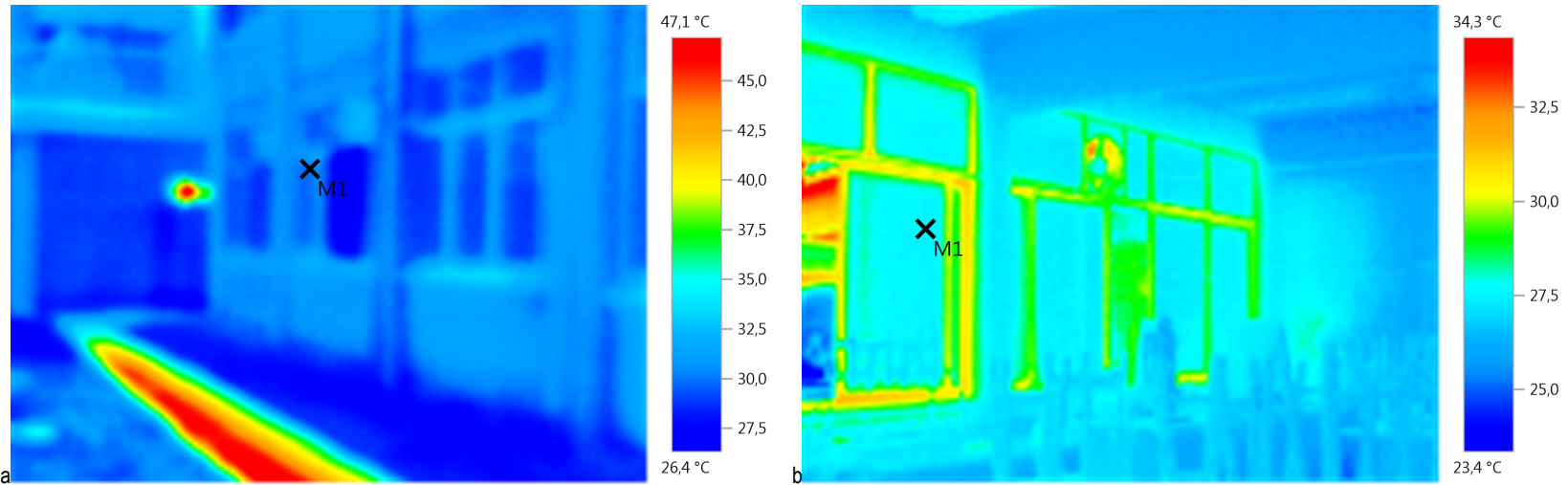


Figura 267 Termografía testo 881 IRSoft: Laboratorio Aulas Prácticas L1– Orientación SSE - diciembre. a. exterior; b. interior.

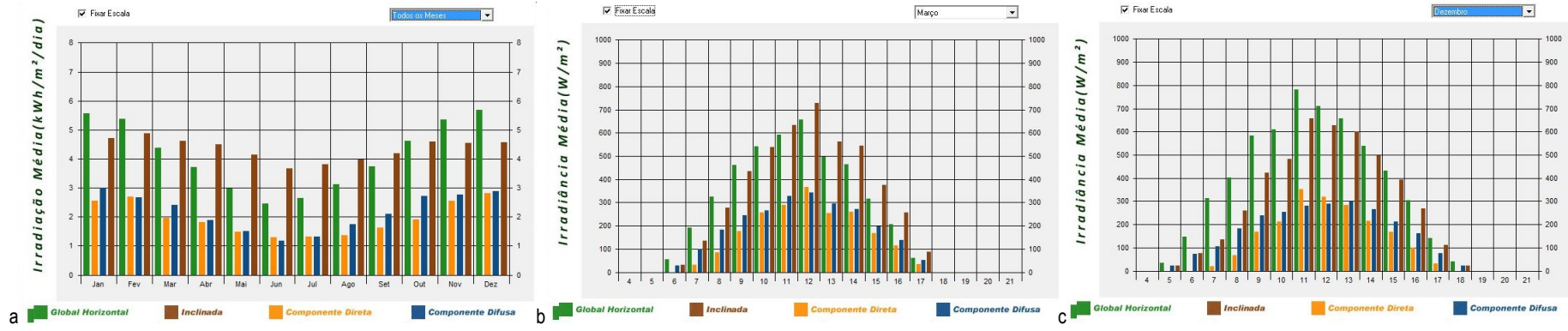


Figura 268 Radiación solar en las superficies; orientación NNO/azimute -16°, Edificio L1: a. media anual; b. solsticio invierno – junio; c. solsticio verano – diciembre; Radiasol2 (Krenzinger y Bugs 2010).

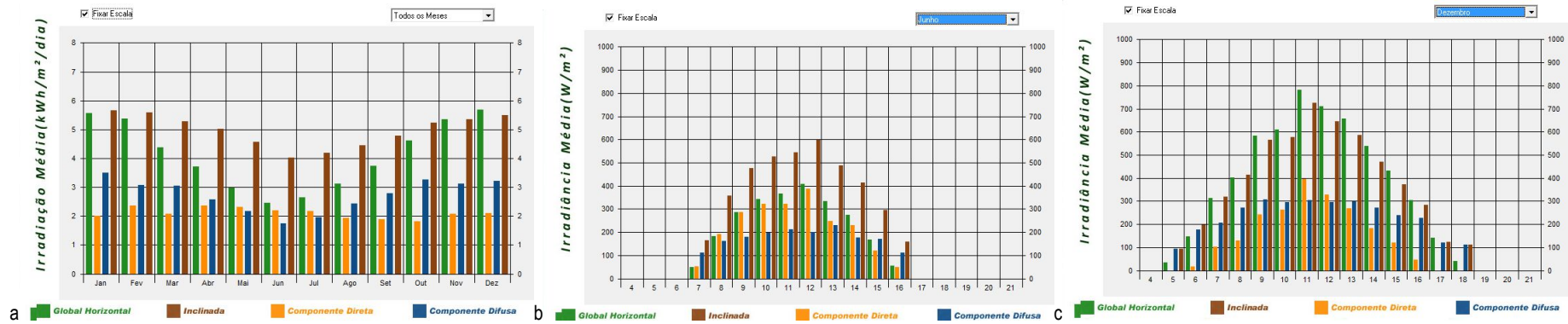


Figura 269 Radiación solar en las superficies; orientación SSE/azimute +164°, Edificio L1: a. media anual; b. solsticio invierno – junio; c. solsticio verano – diciembre; Radiasol2 (Krenzinger y Bugs 2010).

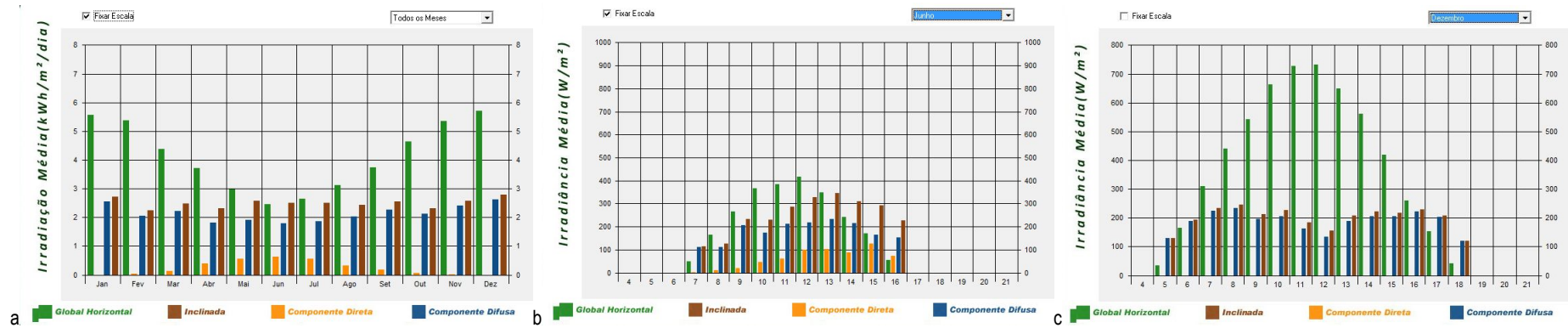


Figura 270 Radiación solar en las superficies; - orientación NO/azimut -30°, Edificio G1: a. media anual; b. solsticio invierno – junio; c. solsticio verano – diciembre; *Radiasol2* (Krenzinger y Bugs 2010).

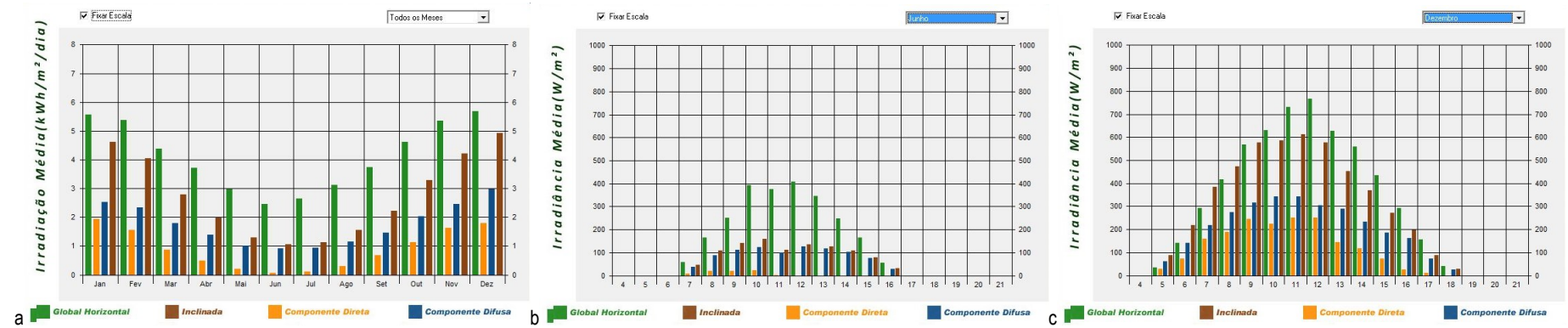


Figura 271 Radiación solar en las superficies; orientación SE/azimut +150°, Edificio G1: a. media anual; b. solsticio invierno – junio; c. solsticio verano – diciembre; *Radiasol2* (Krenzinger y Bugs 2010).

## E. Simulaciones energéticas y diseño de acondicionamiento térmico - Modelos de referencia R

Tabla 63 Edificio G1: comparativa del consumo energético real (*SmartGateM* 2009 y 2012) y simulados por el DesignBuilder – modelo R.

	Electricidad DB-R kWh	SmartGateM 2009 kWh	SmartGateM 2012 kWh	Diferencias SG 2009/DB-R	SG 2012/DB-R	SG 2012/SG 2009
ene	15.606,14	10.720,00	12.956,10	-31,31%	-16,98%	17,26%
feb	738,23	6.160,00	12.961,74			
mar	28.458,03	13.440,00	11.938,40	-52,77%	-58,05%	-12,58%
abr	25.201,77	14.520,00	21.007,86	-42,38%	-16,64%	30,88%
may	28.090,30	12.880,00	22.759,92	-54,15%	-18,98%	43,41%
jun	26.851,78	16.218,50	22.983,12	-39,60%	-14,41%	29,43%
jul	26.068,17	17.297,00	21.817,38	-33,65%	-16,31%	20,72%
ago	27.859,31	17.926,50	15.562,50	-35,65%	-44,14%	-15,19%
sep	26.126,85	16.315,80	21.669,96	-37,55%	-17,06%	24,71%
oct	26.985,32	19.083,30	22.940,34	-29,28%	-14,99%	16,81%
nov	27.377,55	16.664,30	15.677,34	-39,13%	-42,74%	-6,30%
dic	26.871,29	15.239,80	14.722,80	-43,29%	-45,21%	-3,51%
<b>total</b>	<b>286.234,74</b>	<b>176.465,20</b>	<b>216.997,46</b>	<b>-38,35%</b>	<b>-24,19%</b>	<b>18,68%</b>
	promedio diferencias mensuales			<b>-39,89%</b>	<b>-27,77%</b>	<b>13,24%</b>

Obs. Para el cálculo del promedio de las diferencias no se consideró el mes de febrero, por presentar valores de simulación fuera del rango de los demás.

Tabla 64 Edificio L1: comparativa del consumo energético real (*SmartGateM* 2009 y 2012) y simulados por el DesignBuilder – modelo R.

	Electricidad DB-R kWh	SmartGateM 2009 kWh	SmartGateM 2012 kWh	SG 2009/DB-R	SG 2012/DB-R	SG 2012/SG 2009
ene	21.881,96	18.300,00	16.823,80	-16,37%	-23,12%	-8,07%
feb	18.848,75	16.450,00	15.124,27	-12,73%	-19,76%	-8,06%
mar	32.104,25	10.400,00	12.010,00	-67,61%	-62,59%	15,48%
abr	28.675,50	21.400,00	24.745,14	-25,37%	-13,71%	15,63%
may	30.560,43	20.550,00	26.635,49	-32,76%	-12,84%	29,61%
jun	25.576,45	17.625,80	26.945,03	-31,09%	5,35%	52,87%
jul	23.877,82	20.268,00	25.625,74	-15,12%	7,32%	26,43%
ago	24.898,92	20.266,80	27.089,16	-18,60%	8,80%	33,66%
sep	24.417,26	21.207,80	24.868,48	-13,14%	1,85%	17,26%
oct	30.403,13	22.180,00	26.714,66	-27,05%	-12,13%	20,44%
nov	32.643,48	19.550,00	19.107,34	-40,11%	-41,47%	-2,26%
dec	22.321,57	18.000,00	21.128,59	-19,36%	-5,34%	17,38%
<b>total</b>	<b>316.209,52</b>	<b>226.198,40</b>	<b>266.817,70</b>	<b>-28,47%</b>	<b>-15,62%</b>	<b>17,96%</b>
	promedio diferencias mensuales			<b>-26,61%</b>	<b>-13,97%</b>	<b>17,53%</b>

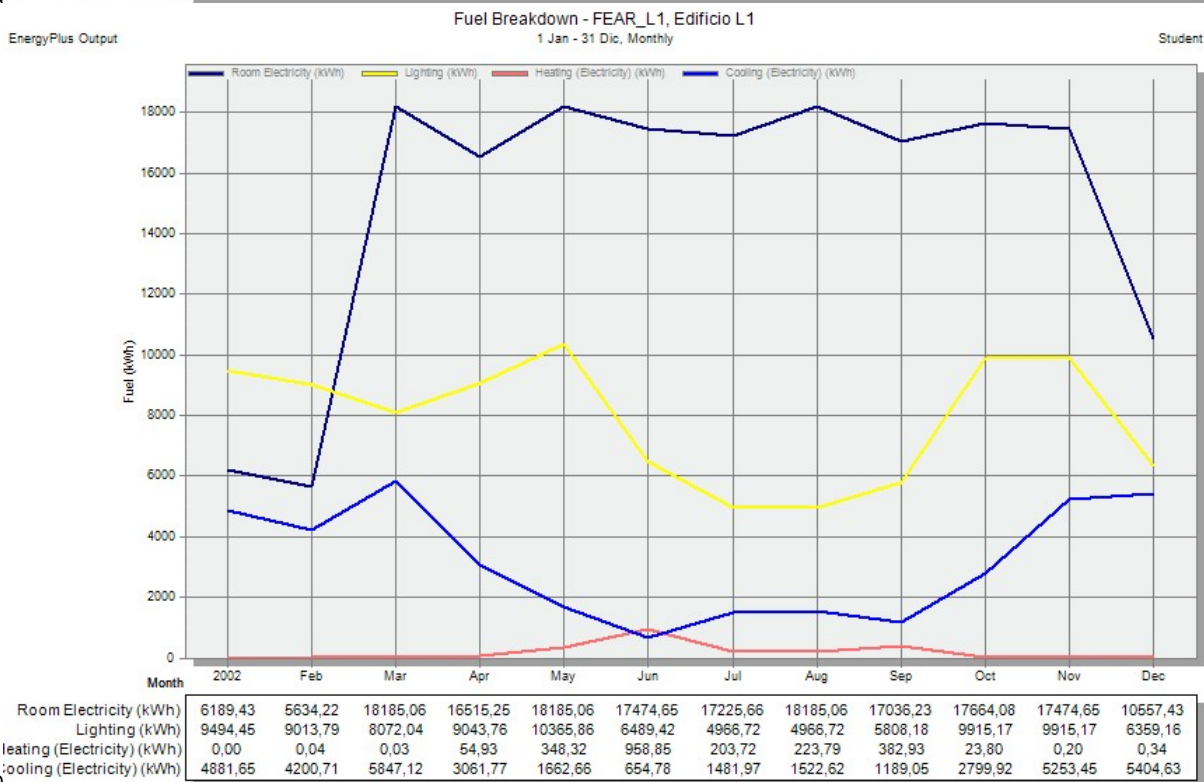
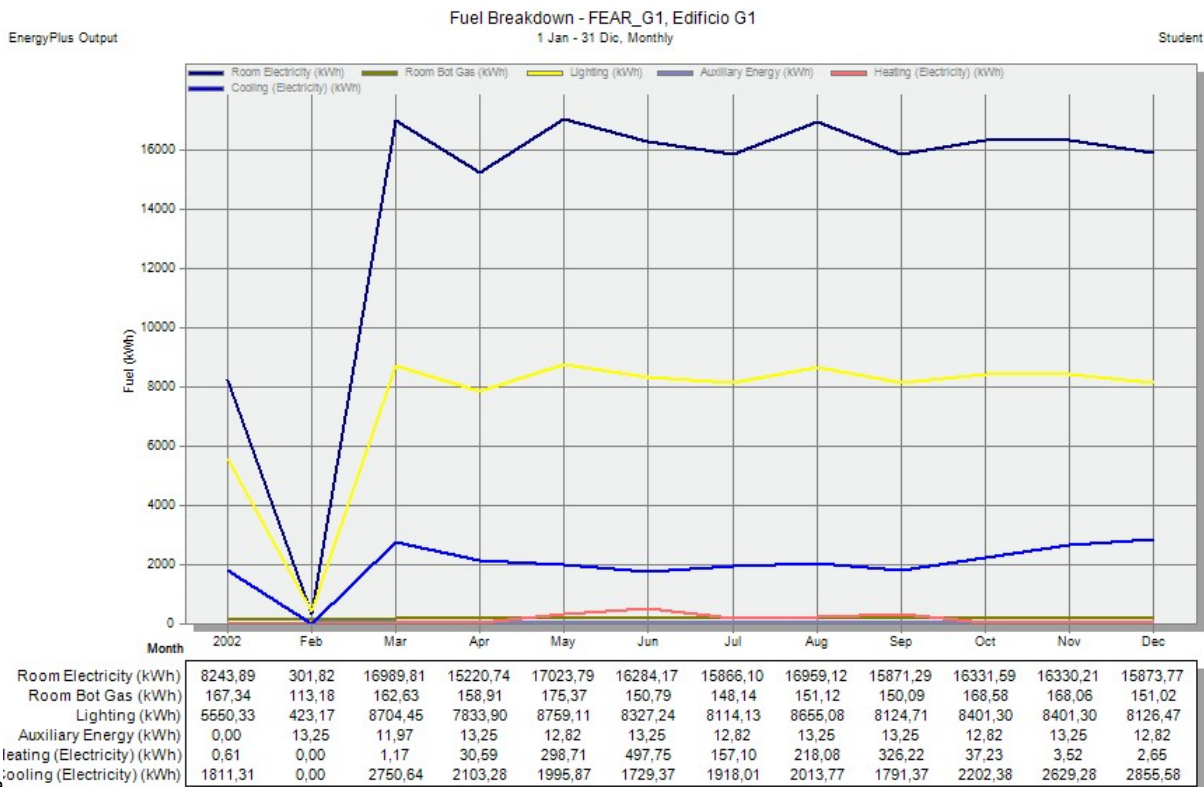
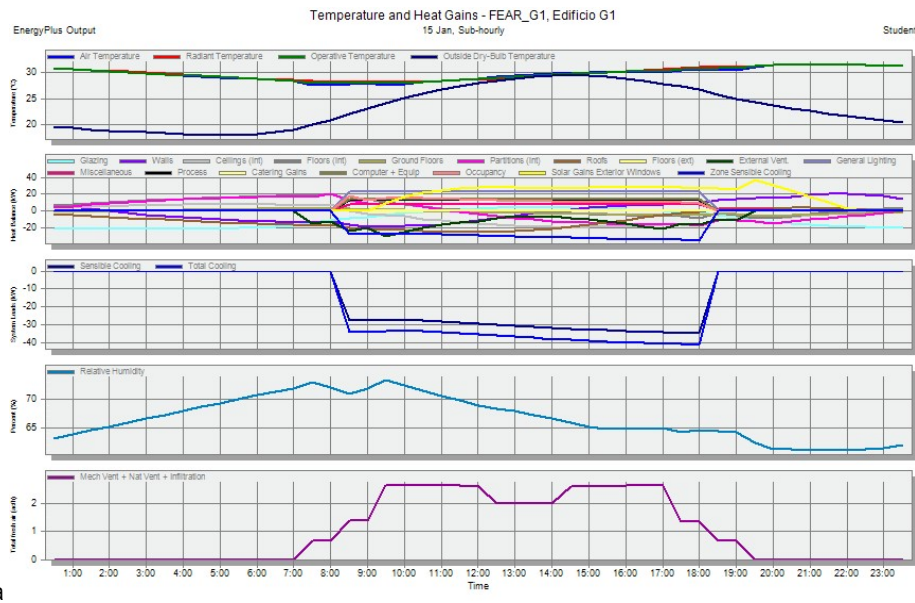
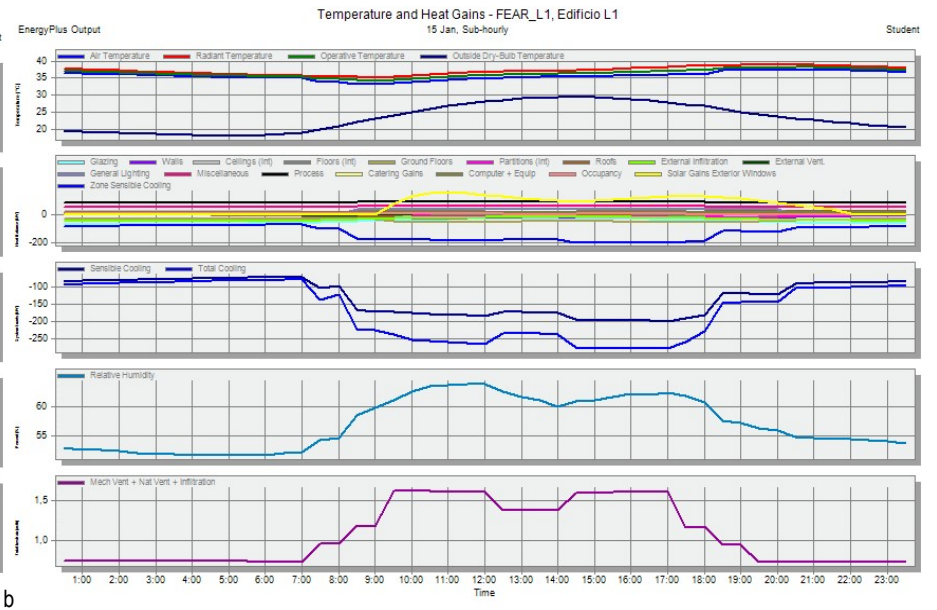


Figura 272 Desglose de energía mensual por usos en los edificios G1 (a) y L1 (b) – simulaciones DesignBuilder modelos R.



a



b

Figura 273 Resultados del diseño de las instalaciones de refrigeración en los edificios G1 (a) y L1 (b) – Modelos R.



Tabla 65 Resumen simulación para refrigeración por zona térmica – Ed. G1 – DesignBuilder - Modelo R.

Bloque	Zona	Capac. Diseño (kW)	Tasa Flujo de Diseño (m3/s)	Carga Total Refrig. (kW)	Sens. (kW)	Latente (kW)	Temp. aire (°C)	HR (%)	Hora de Refrig. Máx.	Temp. Op. Max. en el Día (°C)	Sup. Suelo (m2)	Vol. (m3)	Flujo/Área de suelo
Sub-solo	Zona 11	0	0	0	0	0	-	-	Jan 20:00	33,1	-	-	-
Sub-solo	Zona 1	0	0	0	0	0	-	-	Jan 20:00	31,2	56,7	221,2	0
Sub-solo	Zona 2	0	0	0	0	0	-	-	Jan 20:00	34,4	144,2	562,4	0
Sub-solo	Zona 5	0	0	0	0	0	-	-	Jan 17:30	30,3	92,9	362,4	0
Sub-solo	Zona 4	0	0	0	0	0	-	-	Jan 17:30	30,9	90,6	353,2	0
Sub-solo	Zona 6	0	0	0	0	0	-	-	Jan 15:00	31,6	78,4	305,9	0
Sub-solo	Zona 7	0	0	0	0	0	-	-	Jan 15:00	32,1	121,1	472,4	0
Sub-solo	Zona 3	0	0	0	0	0	-	-	Jan 22:30	31,7	76,3	297,7	0
Sub-solo	Zona 9	0	0	0	0	0	-	-	Jan 15:00	32,9	97,5	380,3	0
Sub-solo	Zona 8	0	0	0	0	0	-	-	Jan 18:00	35,7	28,6	111,6	0
Terreo	Zona 6B	0	0	0	0	0	-	-	Jan 18:00	35,4	310,5	1055,9	0
Terreo	Zona 6	0	0	0	0	0	-	-	Jan 18:00	31,5	120,9	411,1	0
Terreo	Zona 3	25,21	1,8801	19,39	19,39	0	24	44,7	Jan 01:30	31,1	20,9	71	0
Terreo	Zona 4	0	0	0	0	0	-	-	Jan 22:30	31,2	121,8	414	0
Terreo	Zona 5	0	0	0	0	0	-	-	Jan 18:00	30,6	221,6	753,5	8,48
Terreo	Zona 1	4,32	0,2073	3,32	2,14	1,18	24	60,1	Jan 17:30	32	88,5	300,9	0
Terreo	Zona 2	4,06	0,2555	3,12	2,63	0,49	24	51,3	Jan 15:00	30,5	22	74,7	9,44
Superior	Zona 4	9,12	0,4185	7,02	4,33	2,69	24	61,1	Jan 22:00	31,5	122,1	390,9	0
Superior	Zona 3	0	0	0	0	0	-	-	Jan 22:00	30,8	176,8	565,8	0
Superior	Zona 2	5,41	0,36	4,16	3,68	0,48	24	47,7	Jan 18:00	31,8	142,7	456,7	0
Superior	Zona 10	0	0	0	0	0	-	-	Jan 08:30	30	66,3	212,3	6,31
Superior	Zona 1	0	0	0	0	0	-	-	Jan 18:00	29,4	44,4	142,1	5,75
Superior	Zona 9	10,94	0,5074	8,42	5,23	3,18	24	61,4	Jan 21:00	32,2	111	355,2	0
Superior	Zona 7	0	0	0	0	0	-	-	Jan 18:00	30,9	59,1	189	8,59
Superior	Zona 5	0	0	0	0	0	-	-	Jan 18:00	34,1	54,6	174,8	0
Superior	Zona 6	0	0	0	0	0	-	-	Jan 22:30	31,4	120,1	384,3	0
Superior	Zona 8	0	0	0	0	0	-	-	Jan 18:00	32	23	73,8	0
<b>TOTAL</b>		<b>53,65</b>	<b>3,2688</b>	<b>41,27</b>	<b>33,72</b>	<b>7,55</b>	<b>3,5</b>	<b>7,7</b>	<b>N/A</b>	<b>35,7</b>	<b>2667,2</b>	<b>9305</b>	<b>1,23</b>

OBS - Para efectos de simulación (modelos R) el Laboratorio de Informática (Terreo – B) fue considerado como una única multi-zona térmica - Zona 3.

Tabla 66 Resumen simulación para refrigeración por zona térmica – Ed. L1 – *DesignBuilder* - Modelo R.

Bloque Zona	Capac. Diseño	Tasa Flujo de	Carga Total	Sens.	Latente	Hora de Refrig.		Temp. Op. Max. en	Sup. Suelo	Flujo/Área de		
	(kW)	Diseño (m3/s)	Refrig. (kW)	(kW)	(kW)	Temp. aire (°C)	HR (%)	Máx.	el Día (°C)	(m2)	Vol. (m3)	suelo
Terreo:Zona04A	0	0	0	0	0	-	-	Jan 18:30	36,5	360,7	1262,6	0
Terreo:Zona05A	0	0	0	0	0	-	-	Jan 15:30	38,4	379,1	1326,9	0
Terreo:Zona08A	0	0	0	0	0	-	-	Jan 15:00	38,3	214,4	750,3	0
Terreo:Zona07A	0	0	0	0	0	-	-	Jan 17:30	46,6	139,4	491,9	0
Terreo:Zona03A	0	0	0	0	0	-	-	Jan 17:30	34,8	206,4	722,5	0
Terreo:Zona6AX1	0	0	0	0	0	-	-	Jan 21:00	41,9	43,1	150,8	0
Terreo:Zona01A	45,92	2,5811	35,32	24,4	10,92	23	60,3	Jan 17:00	30,5	147,2	515,3	17,53
Terreo:Zona021A	20,27	1,1009	15,59	10,41	5,19	23	61,4	Jan 17:00	30,6	67,2	235	16,39
Terreo:Zona022A	0	0	0	0	0	-	-	Jan 18:30	56,9	125,8	440,2	0
Superior:Zona03B	0	0	0	0	0	-	-	Jan 17:30	36,2	222,8	779,5	0
Superior:Zona13B	0	0	0	0	0	-	-	Jan 17:30	43,2	187,4	656,9	0
Superior:Zona11B	0	0	0	0	0	-	-	Jan 20:00	38,3	120	420	0
Superior:Zona12B	22,23	1,0607	17,1	10,97	6,14	24	57,7	Jan 15:00	38,8	58,4	204,5	18,16
Superior:Zona10B	12,61	0,744	9,7	7,03	2,67	23	58,7	Jan 17:00	31,9	30,7	107,3	24,23
Superior:Zona01B	76,74	3,7833	59,03	36,68	22,34	23,3	58	Jan 07:30	42,7	157,5	551,1	24,03
Superior:Zona14B	54,38	3,156	41,83	29,84	11,99	23	59,2	Jan 17:00	32,7	147,5	516,9	21,39
Superior:Zona04B	0	0	0	0	0	-	-	Jan 17:30	40	120,9	423,1	0
Superior:Zona02B	95,99	5,8207	73,84	55,03	18,81	23	57,8	Jan 17:00	33,9	231	808,4	25,2
Superior:Zona05B	23,74	1,3563	18,26	12,82	5,44	23	59,7	Jan 17:00	30,7	67,6	236,6	20,07
Superior:Zona06B	8,61	0,3967	6,62	4,09	2,53	24	61,7	Jan 17:00	27,5	37	129,5	10,72
Superior:Zona07B	25,84	1,4575	19,88	13,78	6,1	23	60,1	Jan 17:00	32,1	74,5	260,2	19,56
Superior:Zona09B	0	0	0	0	0	-	-	Jan 20:00	51,2	187,3	655,7	0
Superior:Zona08B	0	0	0	0	0	-	-	Jan 20:00	40,5	74,5	260,7	0
Reagentes:Zona06AX2	0	0	0	0	0	-	-	Jan 18:30	46,5	18,3	50,4	0
Moinho:Zona06AX3	0	0	0	0	0	-	-	Jan 18:30	41,3	30,3	84,3	0
Bloque1:Zona1	0	0	0	0	0	-	-	Jan 22:30	38	84,3	176,9	0
Bloque2:Zona1	0	0	0	0	0	-	-	Jan 22:30	38,5	84,2	176,8	0
Bloque3:Zona1	0	0	0	0	0	-	-	Jan 22:30	38,8	210,3	441,7	0
<b>Total</b>	<b>386,33</b>	<b>21,4571</b>	<b>297,18</b>	<b>205,06</b>	<b>92,12</b>	<b>6,4</b>	<b>16,4</b>	<b>N/A</b>	<b>56,9</b>	<b>3827,8</b>	<b>12836,1</b>	<b>5,61</b>

Tabla 67 Resumen simulación para calefacción por zona térmica – Ed. G1 – Modelo R.

Bloque	Zona	Temp. Confort (°C)	Pérdida Calor		Capacidad de Diseño (kW)
			Régimen Estac. (kW)	Pérdida Calor Intermit. (kW)	
Sub-solo	Zona 8	-1.53	0	0	0
Sub-solo	Zona 9	2.97	0	0	0
Sub-solo	Zona 7	0,56	0	0	0
Sub-solo	Zona 2	8,5	0	0	0
Sub-solo	Zona 1	6,53	0	0	0
Sub-solo	Zona 11	5,78	0	0	0
Sub-solo	Zona 6	16,63	13,65	0	24,57
Sub-solo	Zona 5	0,76	0	0	0
Sub-solo	Zona 3	14,69	11,05	0	19,89
Sub-solo	Zona 4	1,06	0	0	0
Terreo	Zona 6	-0,71	0	0	0
Terreo	Zona 5	2,83	0	0	0
Terreo	Zona 6B	-0,1	0	0	0
Terreo	Zona 4	-2,71	0	0	0
Terreo	Zona 3	16,44	19,48	0	35,06
Terreo	Zona 2	3,64	0	0	0
Terreo	Zona 1	16,02	3,91	0	7,04
Superior	Zona 6	-3,26	0	0	0
Superior	Zona 10	-1,1	0	0	0
Superior	Zona 5	-4,76	0	0	0
Superior	Zona 4	16,14	8,54	0	15,36
Superior	Zona 2	16,5	5,57	0	10,03
Superior	Zona 8	-3,7	0	0	0
Superior	Zona 9	15,05	9,2	0	16,56
Superior	Zona 1	-0,32	0	0	0
Superior	Zona 3	3,46	0	0	0
Superior	Zona 7	-4,04	0	0	0
<b>TOTAL</b>			<b>71,4</b>	<b>0</b>	<b>128,51</b>

Tabla 68 Resumen simulación para calefacción por zona térmica – Ed. L1 – Modelo R

Bloque	Zona	Temp. Confort (°C)	Pérdida Calor		Capacidad de Diseño (kW)
			Régimen Estac. (kW)	Pérdida Calor Intermit. (kW)	
Terreo	Zona 04A	10,28	0	0	0
Terreo	Zona 05A	9,56	0	0	0
Terreo	Zona 08A	11,79	0	0	0
Terreo	Zona 07A	9,49	0	0	0
Terreo	Zona 03A	9,89	0	0	0
Terreo	Zona 6A 1	7,51	0	0	0
Terreo	Zona 01A	17,92	5,93	0	10,68
Terreo	Zona 02-1A	18,09	2,76	0	4,97
Terreo	Zona 02-2A	12,2	0	0	0
Superior	Zona 03B	7,65	0	0	0
Superior	Zona 13B	7,19	0	0	0
Superior	Zona 11B	7,84	0	0	0
Superior	Zona 12B	17,54	5,69	0	10,24
Superior	Zona 10B	16,24	2,9	0	5,22
Superior	Zona 01B	16,92	8,91	0	16,03
Superior	Zona 14B	16,42	9,92	0	17,85
Superior	Zona 04B	6,48	0	0	0
Superior	Zona 02B	16,78	13,42	0	24,15
Superior	Zona 05B	16,81	4,38	0	7,89
Superior	Zona 06B	19,06	2,55	0	4,59
Superior	Zona 07B	16,25	5,65	0	10,17
Superior	Zona 09B	5,86	0	0	0
Superior	Zona 08B	6,31	0	0	0
Reaquentes	Zona 06A 2	6,4	0	0	0
Moinho	Zona 06A_3	7,67	0	0	0
Bloque 1	Zona 1	2,99	0	0	0
Bloque 2	Zona 1	2,9	0	0	0
Bloque 3	Zona 1	2,42	0	0	0
<b>TOTAL</b>			<b>62,11</b>	<b>0</b>	<b>111,79</b>

# ANEXO XVIII DIAGNOSIS Y LÍNEAS DE ACCIÓN

## A. Modelo teóricos $T_1$

Tabla 69 Datos edificio G1, diseño de calefacción y refrigeración según las simulaciones de DesignBuilder para el modelo  $T_1$ .

edificio	G1 - FEAR		2014 T									
planta	zona	salas	areas (m2)	volumen (m3)	uso	ocupación	dens ocup	tipo	P inst - acond	P refr. modT	P calef. modT	P total acond.
Subsola - A	1	2, 3, 4 y 5	91.59		NADUC	25	0.27	acondicionado	---	---	7.300,00	7.300,00
	2	1, 8 y pasillo	117.83		NADUC, LAB. CONFORTO AMB.	29	0.25	acondicionado	---	---	6.880,00	6.880,00
	3	6	96.58		AUDITORIO	100	1.04	acondicionado	14.078,26	---	13.240,00	13.240,00
	4	9	28.10		LAB. INFORMATICA - NADUC	8	0.28	acondicionado	---	---	5.120,00	5.120,00
	5	10	76.21		CLASES	60	0.79	acondicionado	---	---	4.910,00	4.910,00
	6	11 y 12	121.62		LAB. SIST. HIDRAULICO Y SANEAMIENTO	28	0.23	acondicionado	3.519,56	---	11.300,00	11.300,00
	7	14, 15, 18 y 19	77.89		LAVABOS, MAPOTECA, COCINA	3	0.04	no acondic.	---	---		-
	8	17	54.47		CLASES	42	0.77	acondicionado	---	---	7.020,00	7.020,00
	9	16	54.47		CLASES	42	0.77	acondicionado	---	---	5.050,00	5.050,00
	10	13	35.88		COORD. NADUC	8	0.22	acondicionado	---	---	---	---
	11	7	127.71		CONVIVENCIA	10	0.08	no acondic.	---	---	---	---
Terreo - B	1	26 y 27	21.55		DIREÇÃO	1	0.05	acondicionado	3.519,56	4.430,00	3.720,00	8.150,00
	2	24, 25, 28 y pasillo	87.26		SECRETARIA, S. PROFESORES	9	0.10	acondicionado	---	19.610,00	8.270,00	27.880,00
	3A	21	45.71		LAB. INFORMATICA 3	21	0.46	acondicionado	10.558,70	1.910,00	3.400,00	5.310,00
	3B	22	45.62		LAB. INFORMATICA 4	24	0.53	acondicionado	10.558,70	2.360,00	4.730,00	7.090,00
	3C	23	45.62		LAB. INFORMATICA 2	24	0.53	acondicionado	10.558,70	2.920,00	5.040,00	7.960,00
	3D	20	45.71		LAB. INFORMATICA 1	21	0.46	acondicionado	10.558,70	2.360,00	3.490,00	5.850,00
	3E	40	36.17		LAB. INFORMATICA - COORD.	2	0.06	acondicionado	2.639,67	2.010,00	2.590,00	4.600,00
	4	37 y 38	121.57		CLASES	59	0.49	acondicionado	---	---	11.660,00	11.660,00
	5	35, 36 y 39	140.53		SECRET - COORD. ARQUIT, CLASES	30	0.21	acondicionado	---	23.880,00	10.590,00	34.470,00
	6	29, 30, 31, 32, 33, 34 y 41	312.43		DAFEAR, LAVABOS., CAFETERIA, XEROX y HALL	50	0.16	no acondic.	---	---		
Superior - C	1	54, 55, 56 y 57	51.36		S. PROF. ENG. CIVIL, SEC.- COORD. ENG. AMBIEN	6	0.12	acondicionado	---	9.700,00	9.630,00	19.330,00
	2	58	44.92		MESTRADO - CLASES	30	0.67	acondicionado	2.639,68	5.470,00	6.450,00	11.920,00
	3	59	118.88		CLASES	31	0.26	acondicionado	---	---	15.980,00	15.980,00
	4	49 y 53	64.88		SEC. MESTRADO, CLASES	39	0.60	acondicionado	2.199,73	15.720,00	9.640,00	25.360,00
	5	42, 45 y 46	144.69		CLASES, LAB. DIN. CONSTR., SEC-COORD. ENG. C	44	0.30	acondicionado	---	---	19.520,00	19.520,00
	6	43 y 44	122.36		CLASES	54	0.44	acondicionado	---	---	17.020,00	17.020,00
	7	47	22.22		S. PROF. ENG. CIVIL - COORD. MESTRADO	3	0.14	acondicionado	---	5.300,00	4.570,00	9.870,00
	8	48	110.60		CLASES	31	0.28	acondicionado	---	---	16.770,00	16.770,00
	9	50	55.55		MESTRADO - ALUMNOS	14	0.25	acondicionado	7.039,13	21.350,00	10.370,00	31.720,00
	10	51, 52, 60 y pasillo	174.40		LAVABOS, CIRCULACIÓN Y ASCENSOR	15	0.09	no acondic.	---	---	---	---
ACCESOS					ILUMINACIÓN NOCTURNA EXTERIOR			no acondic.	---	---	---	---
<b>SUB-TOTAL</b>			<b>2.694,38</b>	-		<b>863</b>		<b>2.001,95</b>	<b>77.870,39</b>	<b>117.020,00</b>	<b>224.260,00</b>	<b>341.280,00</b>
<b>EQUIVALENCIA USO (%)</b>								<b>74,30%</b>	<b>25,56%</b>	<b>20,60%</b>	<b>39,48%</b>	<b>60,08%</b>
<b>TOTAL (kW)</b>									<b>304.668,39</b>			<b>568.078,00</b>

1. El total de 304.668,39W corresponde al modelo  $R$ , incluyéndose la potencia instalada para los equipos e iluminación, según la Tabla 53.
2. El total de 568.078,00W corresponde al modelo  $T_1$ , con las simulaciones para acondicionamiento térmico, sumados a la potencia de equipos e iluminación reales.
3. Los datos de potencia para los nuevos equipamientos de acondicionamiento propuestos considerarán las prescripciones del RTQ-C (Brasil 2013; PROCEL 2010a; 2013), con CEE – coeficiente de eficiencia energética, mayor que 3,23W/W, considerándose el nivel A.

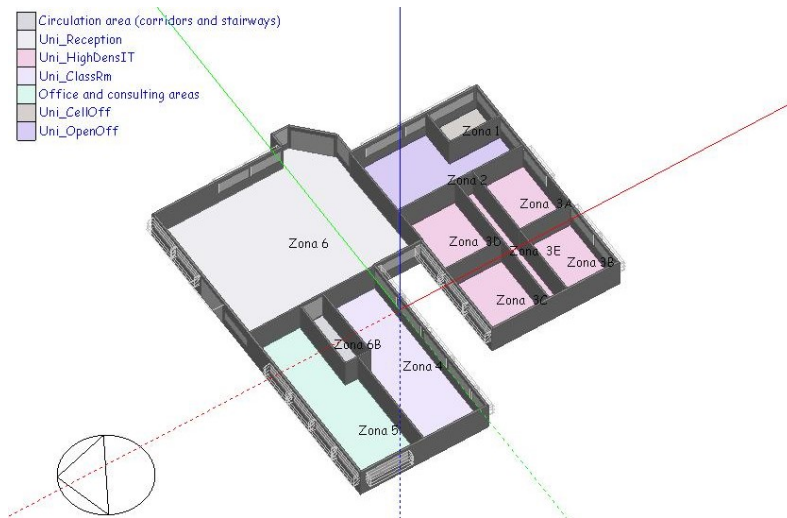


Figura 274 Redistribución multi-zona Terreo Zona 3 – Laboratorio de Informática FEAR.

Tabla 70 Resumen simulación para calefacción por zona térmica – Ed. G1 – DesignBuilder - Modelo T<sub>1</sub>.

Bloque	Zona	Temp. Confort (°C)	Pérdida Calor Régimen Estac. (kW)	Pérdida Calor Intermit. (kW)	Capacidad de DiseñokW)
Sub-solo	Zona 8	18,3	4,25	0	7,66
Sub-solo	Zona 9	17,36	2,87	0	5,16
Sub-solo	Zona 7	7,75	0	0	0
Sub-solo	Zona 2	20,14	3,83	0	6,89
Sub-solo	Zona 1	19,54	3,91	0	7,04
Sub-solo	Zona 11	12,85	0	0	0
Sub-solo	Zona 6	18,98	6,39	0	11,51
Sub-solo	Zona 5	17,99	2,49	0	4,48
Sub-solo	Zona 3	15,6	8,71	0	15,68
Sub-solo	Zona 4	18,06	2,88	0	5,19
Terreo	Zona 3C	18,92	2,91	0	5,24
Terreo	Zona 3E	20,22	1,32	0	2,37
Terreo	Zona 3B	18,91	2,71	0	4,88
Terreo	Zona 3D	19,91	1,77	0	3,18
Terreo	Zona 3A	19,72	1,82	0	3,27
Terreo	Zona 6	9,32	0	0	0
Terreo	Zona 5	18,14	5,67	0	10,21
Terreo	Zona 6B	12,67	0	0	0
Terreo	Zona 4	18,8	6,44	0	11,59
Terreo	Zona 2	19,05	4,64	0	8,36
Terreo	Zona 1	18,36	2,06	0	3,7
Superior	Zona 6	17,24	11,07	0	19,93
Superior	Zona 10	7,59	0	0	0
Superior	Zona 5	17,32	12,6	0	22,69
Superior	Zona 4	17,61	6,11	0	11
Superior	Zona 2	17,87	3,99	0	7,18
Superior	Zona 8	16,48	11,22	0	20,2
Superior	Zona 9	16,62	6,78	0	12,2
Superior	Zona 1	17,05	6,1	0	10,98
Superior	Zona 3	17,48	10,43	0	18,78
Superior	Zona 7	17,14	2,89	0	5,21
<b>TOTAL</b>					<b>244,58</b>

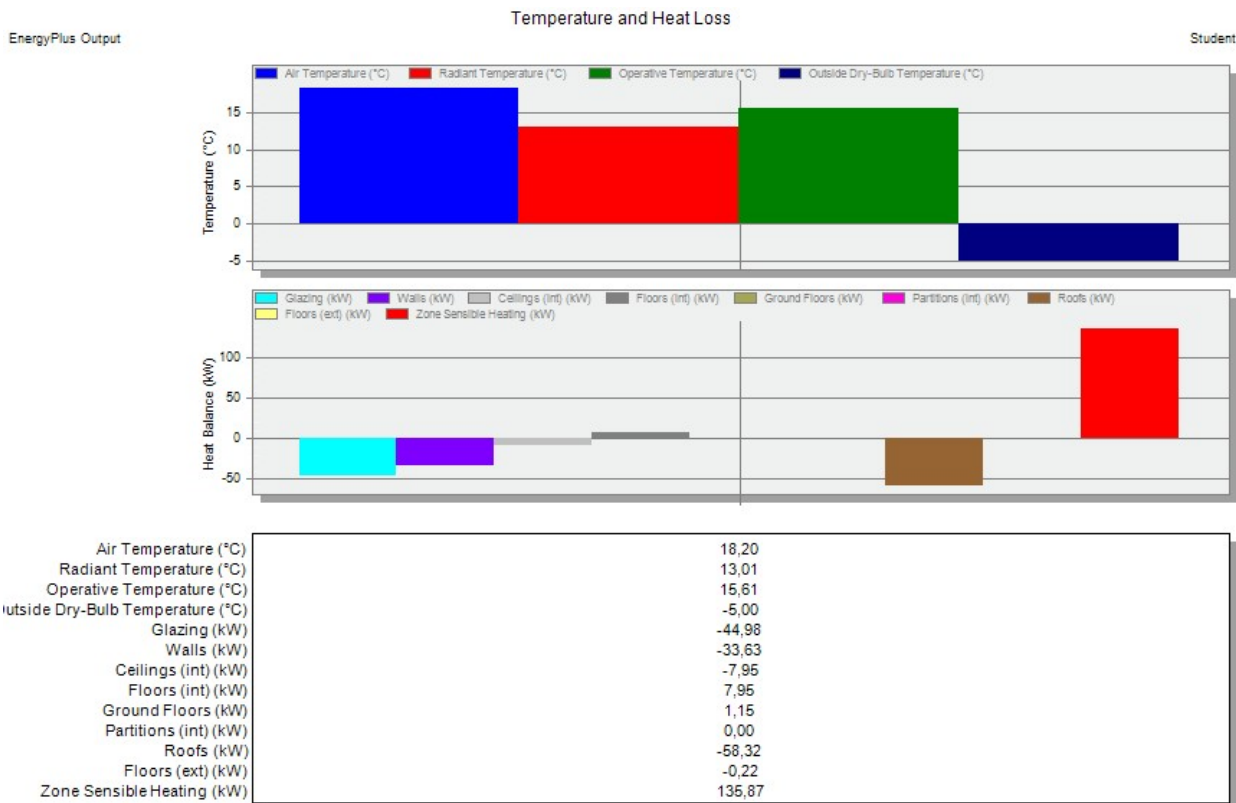


Figura 275 Resultados del diseño de las instalaciones de calefacción edificio G1 – Modelo T<sub>1</sub>.

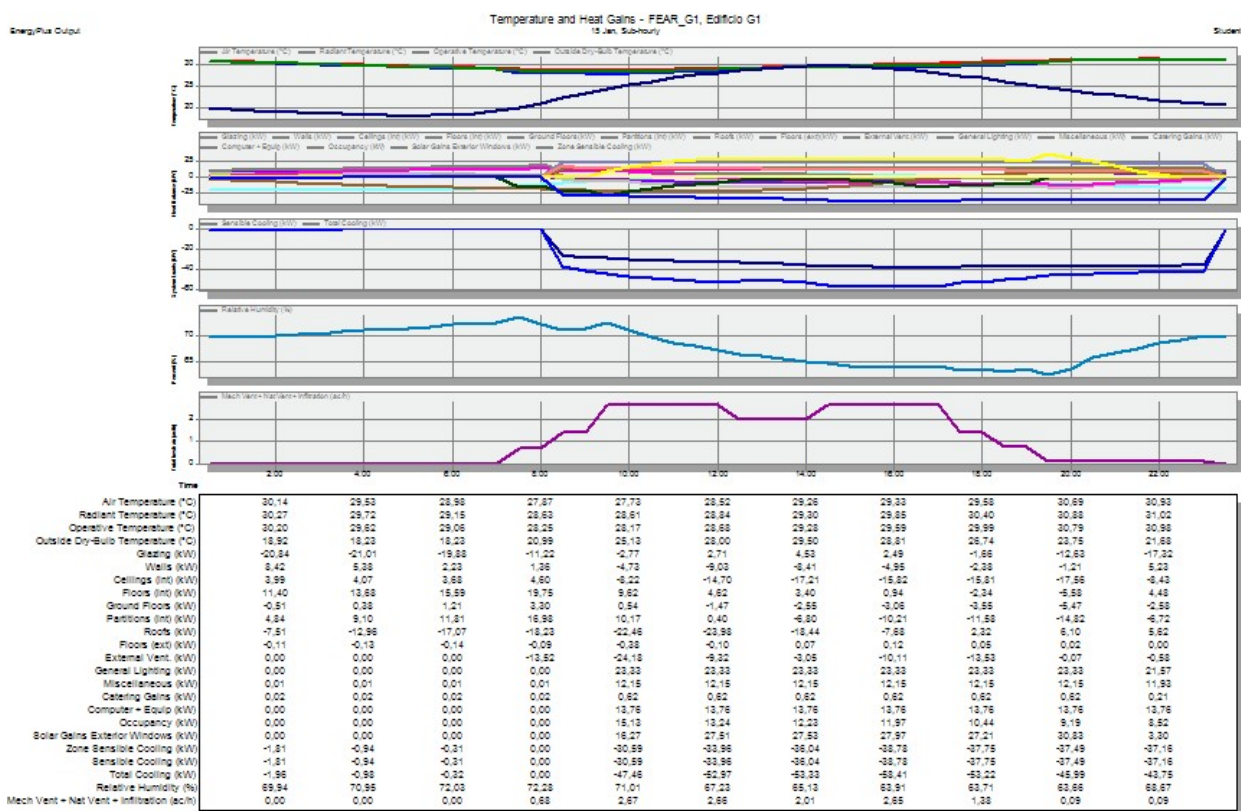


Figura 276 Resultados del diseño de las instalaciones de refrigeración edificio G1 – Modelo T<sub>1</sub>.

Tabla 71 Resumen simulación para refrigeración por zona térmica – Ed. G1 – DesignBuilder - Modelo T1.

Zona	Capacidad de Diseño (kW)	Tasa de Flujo de Diseño (m3/s)	Carga Total de Refrigeración (kW)	Sensible (kW)	Latente (kW)	Temperatura del aire (°C)	Humedad (%)	Hora de Refrigeración Máx.	Temp. Op. Max. en el Día (°C)	Superficie de Suelo (m2)	Volumen (m3)	Flujo/Área de suelo
SubSolo:Zona8	0	0	0	0	0	0	-	Jan 15:00	34	54,3	211,9	0
SubSolo:Zona9	0	0	0	0	0	0	-	Jan 15:00	33	56,7	221,2	0
SubSolo:Zona7	0	0	0	0	0	0	-	Jan 20:00	34,1	144,2	562,4	0
SubSolo:Zona2	0	0	0	0	0	0	-	Jan 15:00	30,1	92,9	362,4	0
SubSolo:Zona1	0	0	0	0	0	0	-	Jan 15:00	30,6	90,6	353,2	0
SubSolo:Zona11	0	0	0	0	0	0	-	Jan 19:30	31,3	78,4	305,9	0
SubSolo:Zona6	0	0	0	0	0	0	-	Jan 15:00	31	121,1	472,4	0
SubSolo:Zona5	0	0	0	0	0	0	-	Jan 15:00	30,3	76,3	297,7	0
SubSolo:Zona3	0	0	0	0	0	0	-	Jan 15:00	30,3	97,5	380,3	0
SubSolo:Zona4	0	0	0	0	0	0	-	Jan 15:00	33,5	28,6	111,6	0
Terreo:Zona3C	2,53	0,1888	1,95	1,95	0	24	47	Jan 23:00	28,2	50,1	170,3	3,77
Terreo:Zona3E	1,86	0,1388	1,43	1,43	0	24	47	Jan 09:00	27,6	32,3	109,7	4,31
Terreo:Zona3B	2,27	0,1689	1,74	1,74	0	24	47	Jan 23:00	28,1	44,5	151,4	3,79
Terreo:Zona3D	2,27	0,1693	1,75	1,75	0	24	47	Jan 09:00	27,9	50,2	170,7	3,37
Terreo:Zona3A	1,95	0,1456	1,5	1,5	0	24	47	Jan 21:00	27,5	44,5	151,4	3,27
Terreo:Zona6	0	0	0	0	0	0	-	Jan 23:00	39,9	310,5	1055,9	0
Terreo:Zona5	17,03	0,7157	13,1	7,38	5,72	24	65,6	Jan 15:00	28,5	120,9	411,1	5,92
Terreo:Zona6B	0	0	0	0	0	0	-	Jan 23:00	31,7	20,9	71	0
Terreo:Zona4	0	0	0	0	0	0	-	Jan 15:00	30,5	121,8	414	0
Terreo:Zona2	11,91	0,5107	9,16	5,27	3,9	24	64,8	Jan 15:00	28,1	88,5	300,9	5,77
Terreo:Zona1	3,26	0,1415	2,51	1,46	1,05	24	64	Jan 15:00	26,7	22	74,7	6,44
Superior:Zona6	0	0	0	0	0	0	-	Jan 15:00	29,7	122,1	390,9	0
Superior:Zona10	0	0	0	0	0	0	-	Jan 23:00	31,2	176,8	565,8	0
Superior:Zona5	0	0	0	0	0	0	-	Jan 15:00	33,3	142,7	456,7	0
Superior:Zona4	9,32	0,5576	7,17	5,75	1,42	24	52,8	Jan 21:30	28,4	66,3	212,3	8,4
Superior:Zona2	3,71	0,2304	2,85	2,38	0,48	24	51,7	Jan 21:00	27,4	44,4	142,1	5,19
Superior:Zona8	0	0	0	0	0	0	-	Jan 15:00	33,3	111	355,2	0
Superior:Zona9	10,94	0,5074	8,42	5,23	3,18	24	61,4	Jan 18:00	29	59,1	189	8,59
Superior:Zona1	8,5	0,3752	6,54	3,87	2,67	24	63,3	Jan 17:00	27,6	54,6	174,8	6,87
Superior:Zona3	0	0	0	0	0	0	-	Jan 15:00	29,1	120,1	384,3	0
Superior:Zona7	4,22	0,1966	3,24	2,03	1,21	24	61,2	Jan 17:00	28,9	23	73,8	8,53
<b>TOTAL</b>	<b>79,77</b>	<b>4,0466</b>	<b>61,36</b>	<b>41,74</b>	<b>19,62</b>	<b>6</b>	<b>14,2</b>	<b>N/A</b>	<b>39,9</b>	<b>2667,2</b>	<b>9305</b>	<b>1,52</b>

Tabla 72 Datos edificio L1, diseño de calefacción y refrigeración según las simulaciones de DesignBuilder para el modelo T<sub>1</sub>.

edificio		L1 - FEAR (ENG. ALIMENTOS)		2014 T								
planta	zona	salas	areas (m2)	volumen (m3)	uso	ocupación	Dens ocup.	tipo	P inst - acond	P refr. modT	P calef. modT	P total acond.
P01(A)	1	1, 2, 3 y 4	144,05	503,99	SARLE	5	0,03	acondicionado	17.597,40	43.420,00	9.380,00	52.800,00
	2 1	5, 6, 7 y 8	68,80	240,84	LAB. MICRO LEITE	7	0,10	acondicionado	17.597,40	25.510,00	4.040,00	29.550,00
	2 2	9 y 10	121,30	426,14	LAB. CARNES, PANIF.	11	0,09	acondicionado	----	84.990,00	9.850,00	94.840,00
	3	11, 12, 25, 30 y 35	212,75	746,81	PATEO, LAVABOS, VESTIARIO Y COCINA	2	0,01	no acondic.	----			
	4	13, 14, 15, 16, 17 y 18	354,49	1.240,29	CLASES	234	0,66	acondicionado	----	93.050,00	21.730,00	114.780,00
	5	31, 32, 33, 34 y pasillo	384,51	1.346,77	CLASES	161	0,42	acondicionado	----	105.370,00	23.870,00	129.240,00
	6	26, 27, 28 y 29	96,78	307,63	MOINHO, SERVICIO	2	0,02	no acondic.	----			
	7	23, 24 y pasillo	136,84	478,87	LAB. OPERAÇÃO UNITARIA, PROFESORES	17	0,12	acondicionado	----	50.720,00	10.720,00	61.440,00
8	19, 20, 21, 22 y pasillo	220,93	778,05	LAB. TECNOLOGIA LEITE	16	0,07	acondicionado	----	51.860,00	17.740,00	69.600,00	
P02 (B)	1	1, 2 y pasillo	148,34	500,49	LACE, LAB. ÁGUA	18	0,12	acondicionado	14.664,86	122.890,00	13.570,00	136.460,00
	2	3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9	222,56	780,58	LAB. FISIO-QUIMICA	16	0,07	acondicionado	37.541,12	121.110,00	18.050,00	139.160,00
	3	34	212,74	744,73	PATEO Y CAFETERIA	2	0,01	no acondic.	----			
	4	10, 11, 12 y 13	114,98	405,98	SALAS PROFESORES, LAB. MICOTOXINAS	27	0,23	acondicionado	----	32.870,00	12.850,00	45.720,00
	5	14 y 15	61,87	216,32	LAB. CROMATOGRAFIA	5	0,08	acondicionado	17.597,40	28.430,00	5.040,00	33.470,00
	6	16	33,36	116,99	SALA PROFESORES	5	0,15	acondicionado	3.519,48	9.500,00	3.180,00	12.680,00
	7	17	69,12	241,94	LAB. CEREAIS	10	0,14	acondicionado	17.597,40	28.650,00	6.650,00	35.300,00
	8	18	68,53	239,37	CLASES	42	0,61	acondicionado	----	21.800,00	7.080,00	28.880,00
	9	31, 32, 33 y pasillo	181,18	618,13	LAB. FERMENTAÇÃO	10	0,06	acondicionado	----	71.050,00	19.290,00	90.340,00
	10	30	27,30	95,55	LAB. MICROSCOPIA	5	0,18	acondicionado	3.519,48	14.530,00	3.290,00	17.820,00
	11	28, 29 y pasillo	114,69	369,80	LAB ANALISE SENSORIAL	17	0,15	acondicionado	----	26.590,00	13.300,00	39.890,00
	12	26 y 27	71,20	198,99	COORD., SECRETARIA CEPA	9	0,13	acondicionado	3.719,00	18.450,00	6.800,00	25.250,00
	13	22, 23, 24, 25 y pas.	181,35	597,99	LAVABOS, EMP. JR, LAB. TECNOL. FARMACIA	9	0,05	acondicionado	----	48.210,00	19.570,00	67.780,00
	14	19, 20 y 21	142,10	497,35	LAB. MICROLOGIA	15	0,11	acondicionado	24.637,36	64.870,00	13.260,00	78.130,00
PORCHES Y ACCESOS					ILUMINACIÓN NOCTURNA EXTERIOR			----				
<b>SUB-TOTAL</b>			<b>3.389,77</b>	<b>11.693,60</b>		<b>645</b>	<b>0,19</b>	<b>2.867,50</b>	<b>157.990,90</b>	<b>1.063.870,00</b>	<b>239.260,00</b>	<b>1.303.130,00</b>
<b>EQUIVALENCIA USO (%)</b>								<b>84,59%</b>	<b>29,28%</b>	<b>63,15%</b>	<b>14,20%</b>	<b>77,35%</b>
<b>TOTAL (kW)</b>									<b>539.660,35</b>			<b>1.684.799,45</b>

1. El total de 539.660,35W corresponde al modelo R, incluyéndose la potencia instalada para los equipos e iluminación, según Tabla 55.
2. El total de 1.684.779,43W corresponde al modelo T<sub>1</sub>, con las simulaciones para acondicionamiento térmico, sumados a la potencia de equipos e iluminación reales.
3. Los datos de potencia para los nuevos equipamientos de acondicionamiento propuestos consideraron las prescripciones del RTQ-C (Brasil 2013; PROCEL 2010a; 2013), con CEE – coeficiente de eficiencia energética, mayor que 3,23W/W, considerándose el nivel A.



Tabla 73 Resumen simulación para calefacción por zona térmica – Ed. L1 – DesignBuilder - Modelo T1.

Bloque	Zona	Temp. Confort (°C)	Pérdida Calor Régimen Estac. (kW)	Pérdida Calor Intermit. (kW)	Capacidad de DiseñokW)
Terreo	Zona 04A	18,24	11,95	0	21,51
Terreo	Zona 05A	18,22	13,07	0	23,53
Terreo	Zona 08A	19,7	10,26	0	18,47
Terreo	Zona 07A	19,79	6,17	0	11,11
Terreo	Zona 03A	11,61	0	0	0
Terreo	Zona 6A_1	8,12	0	0	0
Terreo	Zona 01A	18,22	5,19	0	9,35
Terreo	Zona 02-1A	18,53	2,2	0	3,96
Terreo	Zona 02-2A	19,74	5,66	0	10,18
Superior	Zona 03B	9,54	0	0	0
Superior	Zona 13B	18,91	11,91	0	21,44
Superior	Zona 11B	19,21	7,98	0	14,37
Superior	Zona 12B	18,76	4,18	0	7,52
Superior	Zona 10B	17,48	1,96	0	3,53
Superior	Zona 01B	17,2	8,23	0	14,82
Superior	Zona 14B	17,26	7,94	0	14,28
Superior	Zona 04B	18,68	7,95	0	14,31
Superior	Zona 02B	17,57	10,55	0	19
Superior	Zona 05B	18,04	2,84	0	5,11
Superior	Zona 06B	19,98	1,8	0	3,23
Superior	Zona 07B	17,46	3,94	0	7,1
Superior	Zona 09B	18,53	12,05	0	21,69
Superior	Zona 08B	17,25	4,27	0	7,69
Reagentes	Zona 06A_2	6,41	0	0	0
Moinho	Zona 06A_3	7,76	0	0	0
Bloque 1	Zona 1	3,2	0	0	0
Bloque 2	Zona 1	3,1	0	0	0
Bloque 3	Zona 1	2,56	0	0	0
<b>TOTAL</b>					<b>252,20</b>

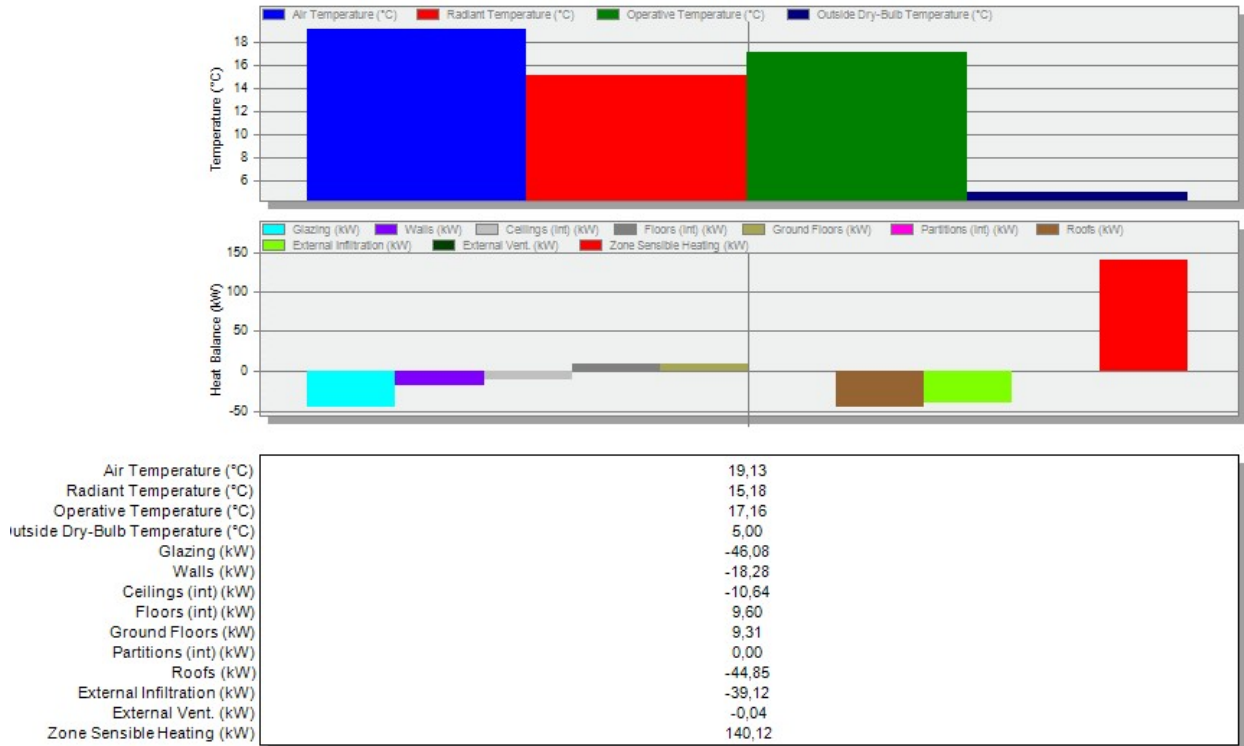


Figura 277 Resultados del diseño de las instalaciones de calefacción edificio L1 – Modelo T1.

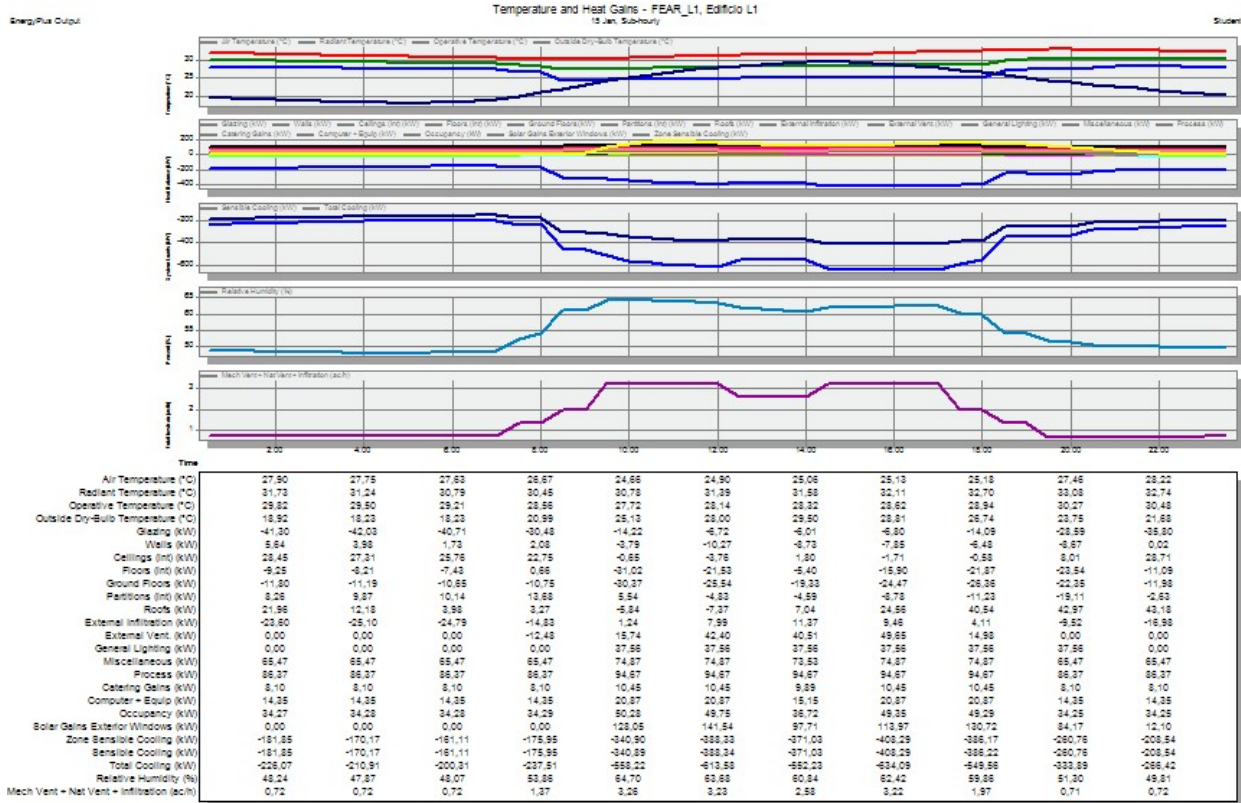
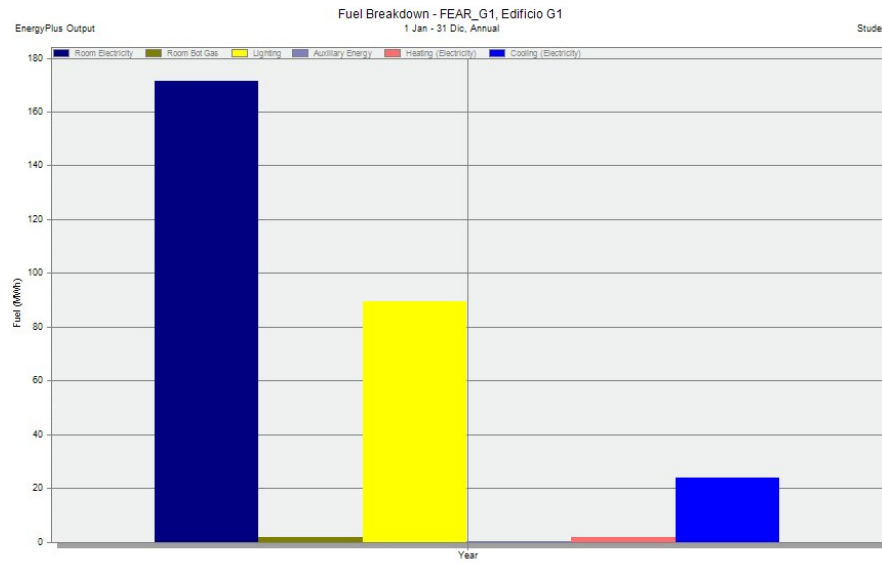


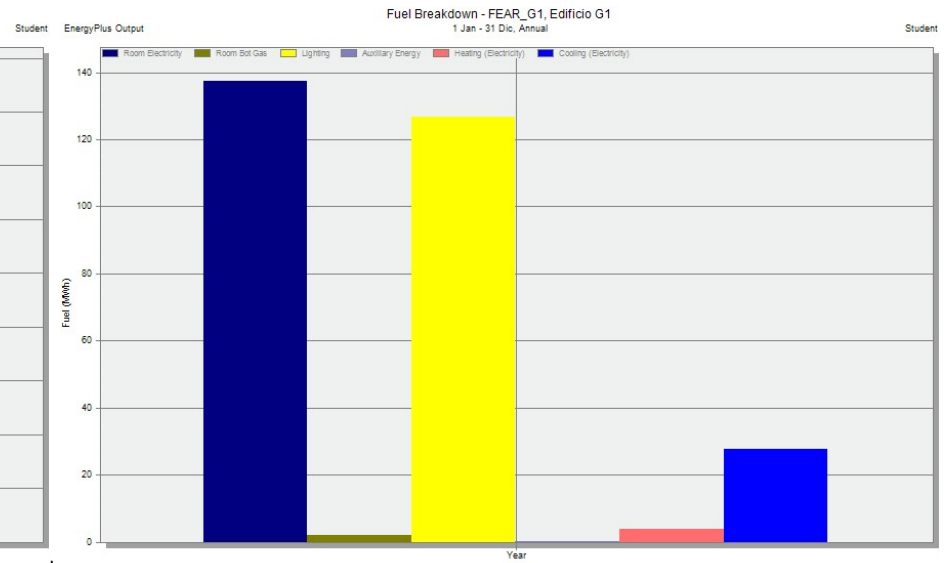
Figura 278 Resultados del diseño de las instalaciones de refrigeración edificio L1 – Modelo T1.

Tabla 74 Resumen simulación para refrigeración por zona térmica – Ed. L1 – DesignBuilder - Modelo T1.

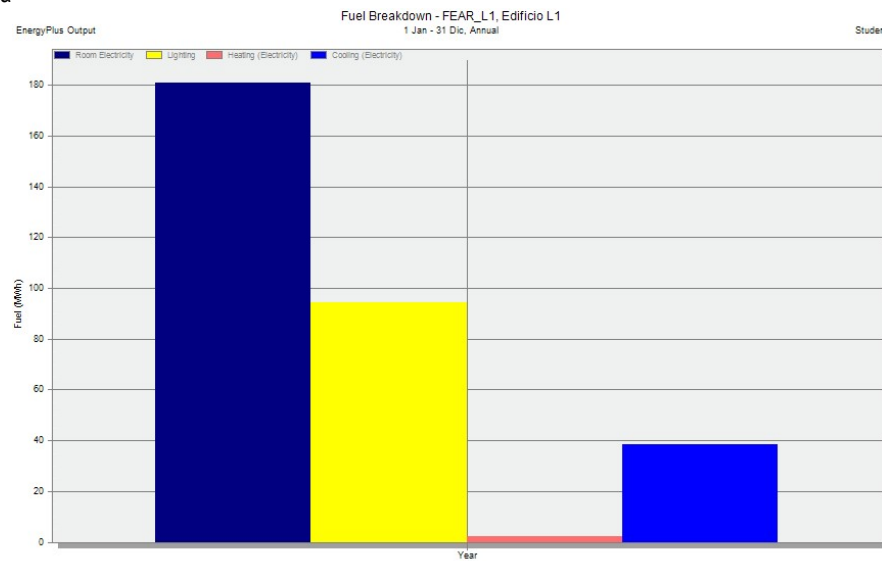
Zona	Capacidad de Diseño (kW)	Tasa de Flujo de Diseño (m3/s)	Carga Total de Refrigeración (kW)	Sensible (kW)	Latente (kW)	Temperatura del aire (°C)	Humedad (%)	Hora de Refrig. Máx.	Temp. Op. Max. en el Día (°C)	Superficie de Suelo (m2)	Volumen (m3)	Flujo/Área de suelo
Terreo:Zona04A	95,39	4,3045	73,38	40,7	32,68	23	68,4	Jan 17:00	26,6	360,7	1262,6	11,93
Terreo:Zona05A	107,11	5,2754	82,39	49,88	32,52	23	64,9	Jan 12:00	27	379,1	1326,9	13,92
Terreo:Zona08A	46,26	2,073	35,59	21,38	14,21	24	62,7	Jan 12:00	29,7	214,4	750,3	9,67
Terreo:Zona07A	38,36	1,8467	29,51	19,05	10,46	24	60	Jan 12:00	29,9	139,4	491,9	13,25
Terreo:Zona03A	0	0	0	0	0	-	-	Jan 18:00	32,6	206,4	722,5	0
Terreo:Zona6AX1	0	0	0	0	0	-	-	Jan 21:00	41	43,1	150,8	0
Terreo:Zona01A	44,3	2,4607	34,08	23,27	10,81	23	60,7	Jan 17:00	30,1	147,2	515,3	16,71
Terreo:Zona021A	18,17	0,9485	13,98	8,97	5,01	23	62,8	Jan 17:00	29,7	67,2	235	14,12
Terreo:Zona022A	52,71	2,9338	40,54	30,26	10,28	24	55,1	Jan 17:00	32,1	125,8	440,2	23,33
Superior:Zona03B	0	0	0	0	0	-	-	Jan 17:30	34,8	222,8	779,5	0
Superior:Zona13B	40,89	1,8735	31,46	19,32	12,13	24	61,9	Jan 15:00	30,7	187,4	656,9	10
Superior:Zona11B	25,37	1,1034	19,52	11,38	8,13	24	64	Jan 15:30	29,9	120	420	9,19
Superior:Zona12B	18,48	0,7374	14,22	7,69	6,53	24,1	65,2	Jan 14:30	35,6	58,4	204,5	12,62
Superior:Zona10B	11,14	0,6321	8,57	5,98	2,59	23	59,9	Jan 17:00	30,8	30,7	107,3	20,58
Superior:Zona01B	55,5	3,4796	42,7	33,65	9,04	23,3	54	Jan 07:30	41,5	157,5	551,1	22,1
Superior:Zona14B	50,1	2,8346	38,54	26,8	11,74	23	60	Jan 16:00	31,8	147,5	516,9	19,21
Superior:Zona04B	26,84	1,1897	20,64	12,27	8,37	24	63,1	Jan 17:00	28,1	120,9	423,1	9,84
Superior:Zona02B	82,41	4,7807	63,39	45,2	18,19	23	59,2	Jan 17:00	32,2	231	808,4	20,7
Superior:Zona05B	20,14	1,0883	15,49	10,29	5,2	23	61,6	Jan 17:00	30,2	67,6	236,6	16,1
Superior:Zona06B	7,41	0,3234	5,7	3,34	2,37	24	63,8	Jan 16:00	26,7	37	129,5	8,74
Superior:Zona07B	22,49	1,209	17,3	11,43	5,87	23	61,7	Jan 17:00	30,9	74,5	260,2	16,23
Superior:Zona09B	54,9	2,7697	42,23	28,57	13,66	24	58,4	Jan 16:00	31,7	187,3	655,7	14,78
Superior:Zona08B	21,69	1,034	16,69	9,78	6,91	23	66,2	Jan 17:00	27,5	74,5	260,7	13,88
Reagentes:Zona06AX2	0	0	0	0	0	-	-	Jan 18:30	46,6	18,3	49,5	0
Moinho:Zona06AX3	0	0	0	0	0	-	-	Jan 18:30	41,2	30,3	82,7	0
Bloque1:Zona1	0	0	0	0	0	-	-	Jan 22:30	37,9	84,3	176,9	0
Bloque2:Zona1	0	0	0	0	0	-	-	Jan 22:30	38,3	84,2	176,8	0
Bloque3:Zona1	0	0	0	0	0	-	-	Jan 22:30	38,7	210,3	441,7	0
<b>TOTAL</b>	<b>839,67</b>	<b>42,8979</b>	<b>645,9</b>	<b>419,19</b>	<b>226,71</b>	<b>18,7</b>	<b>49,6</b>	<b>N/A</b>	<b>46,6</b>	<b>3827,8</b>	<b>12833,6</b>	



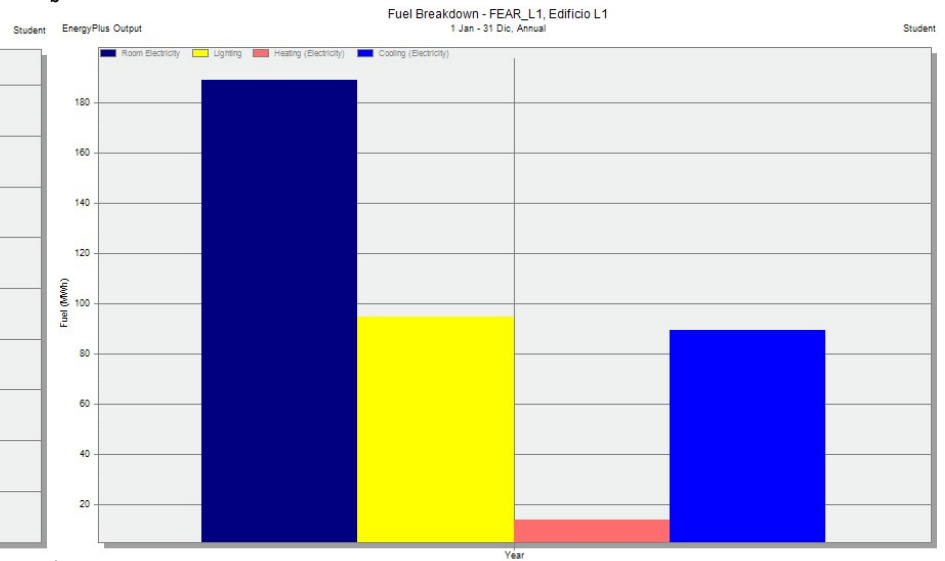
a



b



c



d

Figura 279 Simulaciones del desglose de la demanda energética en los modelos  $R$  y  $T_1$  (kWh) a. edificio  $G1_R$  y b.  $G1_T1$ ; c. edificio  $L1_R$  y b.  $L1_T1$ .

## B. Modelos teóricos T<sub>2</sub>

Inner surface		Cross Section	
Convective heat transfer coefficient (W/m <sup>2</sup> ·K)	2,152	Outer surface	
Radiative heat transfer coefficient (W/m <sup>2</sup> ·K)	5,540	25,00mm Polypropelene with 25% glass fibre	
Surface resistance (m <sup>2</sup> ·K/W)	0,130	50,00mm _Camara de ar (2-5cm)	
Outer surface		18,00mm _Cerám 21 fur quad (12cm)	
Convective heat transfer coefficient (W/m <sup>2</sup> ·K)	19,870	16,00mm _Camara de ar (2-5cm)	
Radiative heat transfer coefficient (W/m <sup>2</sup> ·K)	5,130	17,00mm _Cerám 21 fur quad (12cm)	
Surface resistance (m <sup>2</sup> ·K/W)	0,040	16,00mm _Camara de ar (2-5cm)	
No Bridging		18,00mm _Cerám 21 fur quad (12cm)	
U-Value surface to surface (W/m <sup>2</sup> ·K)	1,190	25,00mm _Camara de ar (2-5cm)	
R-Value (m <sup>2</sup> ·K/W)	1,011	18,00mm _Cerám 21 fur quad (12cm)	
<b>U-Value (W/m<sup>2</sup>·K)</b>	<b>0,989</b>	25,00mm _Argamassa de reboco (2.5cm)	
With Bridging (BS EN ISO 6946)		Inner surface	
Km - Internal heat capacity (KJ/m <sup>2</sup> ·K)	92,3274		
Upper resistance limit (m <sup>2</sup> ·K/W)	1,011		
Lower resistance limit (m <sup>2</sup> ·K/W)	1,011		
U-Value surface to surface (W/m <sup>2</sup> ·K)	1,190		
R-Value (m <sup>2</sup> ·K/W)	1,011		
<b>U-Value (W/m<sup>2</sup>·K)</b>	<b>0,989</b>		

Figura 280 Propuesta de *retrofiting* de los muros externos edificio G1 – modelo T<sub>2</sub>.

Inner surface		Cross Section	
Convective heat transfer coefficient (W/m <sup>2</sup> ·K)	4,460	Outer surface	
Radiative heat transfer coefficient (W/m <sup>2</sup> ·K)	5,540	2,00mm _Lamina de aluminio polido estirada (to steel)	
Surface resistance (m <sup>2</sup> ·K/W)	0,100	30,00mm EPS Expanded Polystyrene (Standard)	
Outer surface		2,00mm _Lamina de aluminio polido estirada (to steel)	
Convective heat transfer coefficient (W/m <sup>2</sup> ·K)	24,715	200,00mm _Camara de ar com alta emissividade > 5cm	
Radiative heat transfer coefficient (W/m <sup>2</sup> ·K)	0,285	35,00mm EPS Expanded Polystyrene (Heavyweight)	
Surface resistance (m <sup>2</sup> ·K/W)	0,040	Inner surface	
No Bridging			
U-Value surface to surface (W/m <sup>2</sup> ·K)	0,510		
R-Value (m <sup>2</sup> ·K/W)	2,100		
<b>U-Value (W/m<sup>2</sup>·K)</b>	<b>0,476</b>		
With Bridging (BS EN ISO 6946)			
Km - Internal heat capacity (KJ/m <sup>2</sup> ·K)	0,0000		
Upper resistance limit (m <sup>2</sup> ·K/W)	2,100		
Lower resistance limit (m <sup>2</sup> ·K/W)	2,100		
U-Value surface to surface (W/m <sup>2</sup> ·K)	0,510		
R-Value (m <sup>2</sup> ·K/W)	2,100		
<b>U-Value (W/m<sup>2</sup>·K)</b>	<b>0,476</b>		

Figura 281 Propuesta de *retrofiting* de la cubierta edificio G1 - modelo T<sub>2</sub>.

Obs. Cálculos según datos de las propiedades de los materiales obtenidos en la "Biblioteca de Materiais e Componentes Construtivos Brasileiros para Simulações no VisualDOE-3.1" (Ordenes et. al. 2003), informe técnico de *Ecowood* (<http://www.ecowood.ind.br>) paneles de PP reciclado (80%) + cáscara de arroz (20%) y adaptaciones a la biblioteca del *DesignBuilder*:

- PP 80%+20% cáscara de arroz -  $\lambda=0,25\text{W/m.K}$ ;  $c=1.800\text{J/Kg.K}$ ;  $\rho=1200\text{kg/m}^3$  (Biblioteca DesignBuilder *Polypropelene with 25% glass fibre*).
- Cubierta con cámara de aire con alta emisividad -  $0,21\text{m}^2\text{K/W}$  (Ordenes et al. 2003).



Figura 282 Propuesta de *retrofiting* de los muros externos edificio L1 – modelo T<sub>2</sub>.

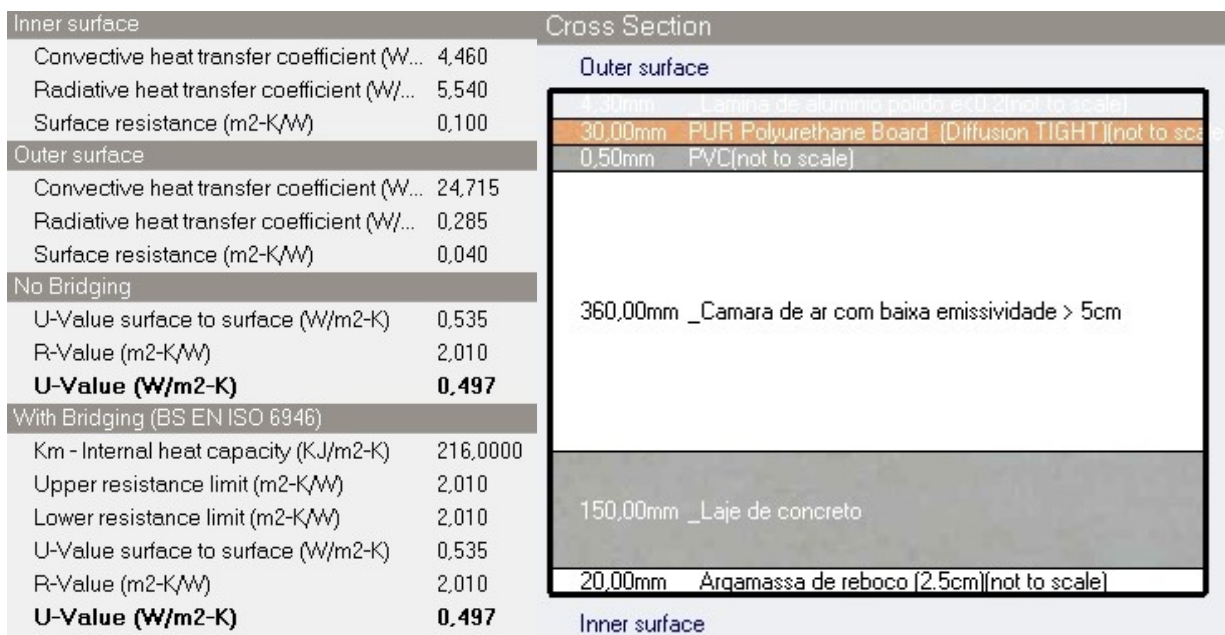


Figura 283 Propuesta de *retrofiting* de la cubierta edificio L1 - modelo T<sub>2</sub>.

Obs. Cálculos según datos de las propiedades de los materiales obtenidos en la "Biblioteca de Materiais e Componentes Construtivos Brasileiros para Simulações no VisualDOE-3.1" (Ordenes et. al. 2003), informe técnico de Ecowood (<http://www.ecowood.ind.br>) paneles de PP reciclado (80%) + cáscara de arroz (20%) y adaptaciones a la biblioteca del DesignBuilder:

- PP 80%+20% cáscara de arroz -  $\lambda=0,25\text{W/m.K}$ ;  $c=1.800\text{J/Kg.K}$ ;  $\rho=1200\text{kg/m}^3$  (Biblioteca DesignBuilder Polypropelene with 25% glass fibre).
- Para el cálculo de los muros exteriores hubo que hacer la correlación del coeficiente del muro existente para ajuste al número máximo (10) de capas permitido por el software.
- Cubierta con cámara de aire con baja emisividad -  $0,61\text{m}^2\text{K/W}$  (Ordenes et al. 2003)
- *Telha forro* Eternit – chapa metálica TMTP40, PU 30mm y film PVC (<http://www.eternit.com.br>)

### C. Modelo teórico L1\_T3



Figura 284 Facultad de Odontología UPF (NR Arquitetos, fotografía del autor); Universidade La Salle de Manaus (SquadraArquitetura 2008).



Figura 285 Ejemplos de brises-soleil elegidos como referencia por el grupo de becarios (Paulo Bruna - ProjetoDesign 2004, 49; Skidmore, Owings & Merrill – AU 2008, 51).

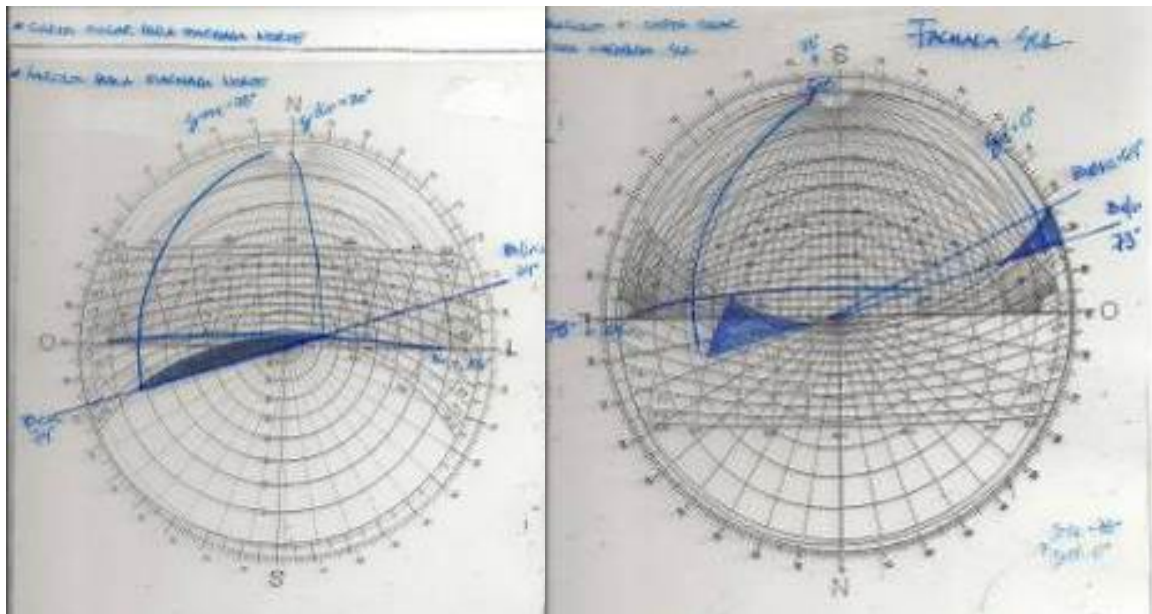


Figura 286 Estudio geométrico para el dimensionamiento de los protectores solares en el edificio L1 (Dias et al. 2012).

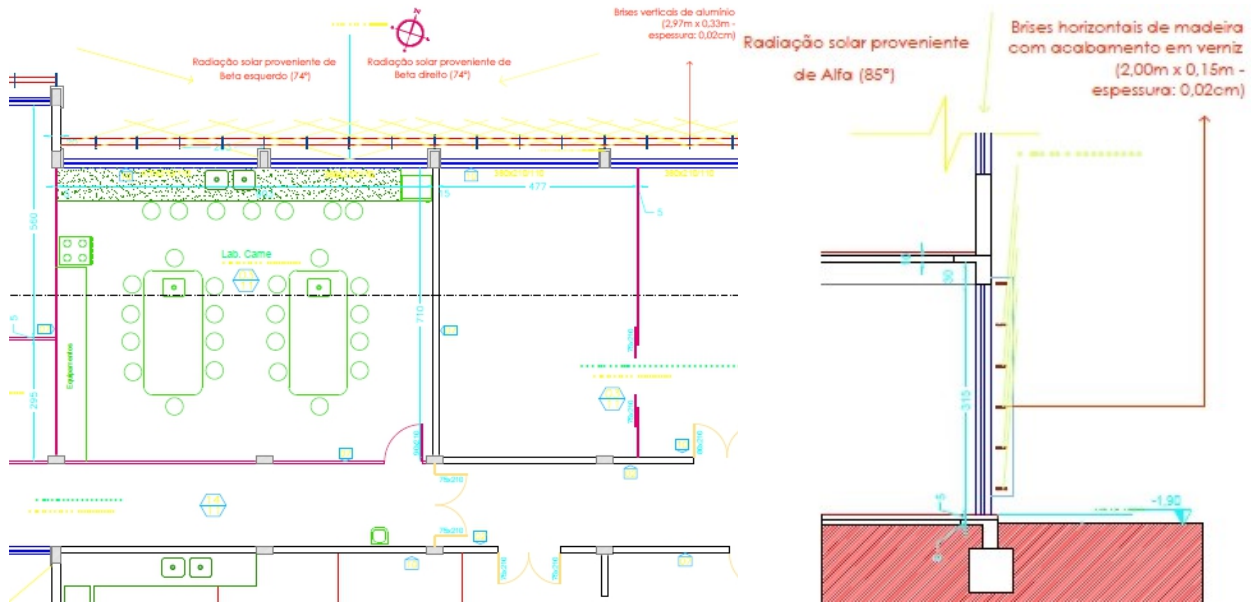


Figura 287 Estudios geométricos de protección solar para el edificio L1 - fachada Norte (Dias et al. 2012).

Obs. Para la simulación del modelo  $T_3$  se utiliza la concepción de la propuesta de Dias, ajustada para las características de diseño del *DesignBuilder*, el con lamas horizontales en polipropileno reciclado (80%) + cáscara de arroz (20%) *Ecowood*, con largura de 20 cm.



Figura 288 Sombra en la fachada NNO, 21 julio 14:00 horas.



Figura 289 Sombra en la fachada SSE, 21 diciembre 18:00 horas.



a

b

c

d

Obs. Las simulaciones de iluminación natural fueron desarrolladas en la versión 4.2.0.054, con el módulo del *Radiance Daylight Simulation* (DesignBuilder 2014).

Figura 290 Iluminancia en la planta superior del L1: a. Modelo R; c. Modelo  $T_3$  – con protectores solares; Zona 2\_2 (Laboratorio de Carnes) – L1: b. Modelo R; d. Modelo  $T_3$  – con protectores solares.

## D. Modelos teóricos G1\_T3 y L1\_T4

edificio		G1 - FEAR_T3									
planta	zona	salas	areas (m2)	uso	ocupación	dens ocup	P inst - equip.	P inst - notes	W/m2 equip.	W/m2 notes	
Subsolo - A	1	2, 3, 4 y 5	91,59	NADUC	25	0,27	11.250,00	510,00	122,83	5,57	
	2	1, 8 y pasillo	117,83	NADUC, LAB. CONFORTO AMB.	29	0,25	5.981,00	591,60	50,76	5,02	
	3	6	96,58	AUDITORIO	100	1,04	831,00		8,60	-	
	4	9	28,10	LAB. INFORMATICA - NADUC	8	0,28	5.700,00	544,00	202,85	19,36	
	5	10	76,21	CLASES	60	0,79	831,00	1.224,00	26,96	16,06	
	6	11 y 12	121,62	LAB. SIST. HIDRAULICO Y SANEAMIENTO	28	0,23	2.191,00	571,20	18,02	4,70	
	7	14, 15, 18 y 19	77,89	LAVABOS, MAPOTECA, COCINA	3	0,04	600,00		7,70	-	
	8	17	54,47	CLASES	42	0,77	1.431,00	4.284,00	104,92	78,65	
	9	16	54,47	CLASES	42	0,77	1.431,00	4.284,00	104,92	78,65	
	10	13	35,88	COORD. NADUC	8	0,22	462,00	544,00	28,04	15,16	
	11	7	127,71	CONVIVENCIA	10	0,08	-	1.020,00	7,99	7,99	
Terreo - B	1	26 y 27	21,55	DIREÇÃO	1	0,05	600,00	68,00	27,84	3,16	
	2	24, 25, 28 y pasillo	87,26	SECRETARIA, S. PROFESORES	9	0,10	3.600,00	275,40	41,26	3,16	
	3A	20	45,71	LAB. INFORMATICA	22	0,48	12.670,00		277,18	-	
	3B	21	45,71	LAB. INFORMATICA	25	0,55	13.200,00		288,78	-	
	3C	22	45,71	LAB. INFORMATICA	25	0,55	15.000,00		328,16	-	
	3D	23	45,71	LAB. INFORMATICA	22	0,48	15.000,00		328,16	-	
	3E	40	36,17	LAB. INFORMATICA - COORD.	2	0,06	63.265,00	204,00	1.749,10	5,64	
	4	37 y 38	121,57	CLASES	59	0,49	831,00	6.018,00	56,34	49,50	
	5	35,36 y 39	140,53	SECRET - COORD. ARQUIT, CLASES	30	0,21	4.000,00	3.060,00	50,24	21,77	
	6	30, 31, 32, 33, 34 y	312,43	DAFEAR, LAVABOS., CAFETERIA, XEROX y HALL	50	0,16	23.635,00	1.530,00	80,55	4,90	
Superior - C	1	54, 55, 56 y 57	51,36	S. PROF. ENG. CIVIL, SEC. - COORD. ENG. AMBIENTAL	6	0,12	1.362,00	122,40	26,52	2,38	
	2	58	44,92	MESTRADO - CLASES	30	0,67	831,00	3.060,00	86,62	68,12	
	3	59	118,88	CLASES	31	0,26	831,00	3.162,00	33,59	26,60	
	4	49 y 53	64,88	SEC. MESTRADO, CLASES	39	0,60	3.231,00	795,60	62,06	12,26	
	5	42, 45 y 46	144,69	CLASES, LAB. DIN. CONSTR., SEC-COORD. ENG. CIVIL	44	0,30	2.631,00	897,60	24,39	6,20	
	6	43 y 44	122,36	CLASES	54	0,44	800,00	1.101,60	15,54	9,00	
	7	47	22,22	S. PROF. ENG. CIVIL - COORD. MESTRADO	3	0,14	462,00	61,20	23,55	2,75	
	8	48	110,60	CLASES	31	0,28	831,00	3.162,00	36,10	28,59	
	9	50	55,55	MESTRADO - ALUMNOS	10	0,18	5.700,00	204,00	106,28	3,67	
	10	51, 52, 60 y pasillo	174,40	LAVABOS, CIRCULACION Y ASCENSOR	15	0,09	---	306,00		1,75	
ACCESOS				ILUMINACIÓN NOCTURNA EXTERIOR			---	-			
SUB-TOTAL			2.694,56		863		199.188,00	37.600,60	87,88	13,95	
EQUIVALENCIA USO (%)							56,54%	10,67%			
TOTAL (kW)										352.268,99	

1. Potencia 17Wh por equipo (Sousa, Schembeck y Andrade 2011), encendidos en modo activo por 2 horas por turno.
2. Salas prácticas – 100% de la ocupación, en los 3 turnos (mañana, tarde y noche)
3. Salas teóricas y laboratorios – 30% de la ocupación, en los 3 turnos (mañana, tarde y noche).

Figura 291 Ampliación del uso de computadoras portátiles – notebooks en el edificio G1.

edificio	L1 - FEAR (ENG. ALIMENTOS). T <sub>4</sub>
----------	--

planta	zona	salas	areas (m2)	uso	ocupación	Dens ocup.	P inst - equip.	W/m <sup>2</sup> equip.	P inst notes	W/m <sup>2</sup> notes
P01(A)	1	1, 2, 3 y 4	144,05	SARLE	5	0,03	12.252,00	85,05	102,00	0,71
	2	5, 6, 7 y 8	68,80	LAB. MICRO LEITE	7	0,10	9.544,00	138,72	142,80	2,08
	2	9 y 10	121,30	LAB. CARNES, PANIF.	11	0,09	50.831,20	419,05	224,40	1,85
	3	11, 12, 25, 30 y 35	212,75	PATEO, LAVABOS, VESTIARIO Y COCINA	2	0,01	---	---	---	-
	4	13, 14, 15, 16, 17 y 18	354,49	CLASES	234	0,66	2.493,00	7,03	7.160,40	20,20
	5	31, 32, 33, 34 y pasillo	384,51	CLASES	161	0,42	16.994,00	44,20	4.926,60	12,81
	6	26, 27, 28 y 29	96,78	MOINHO, SERVICIO	2	0,02	8.850,00	91,44	---	-
	7	23, 24 y pasillo	136,84	LAB. OPERAÇÃO UNITARIA, PROFESORES	17	0,12	21.486,00	157,02	520,20	3,80
8	19, 20, 21, 22 y pasillo	220,93	LAB. TECNOLOGIA LEITE	16	0,07	12.734,00	57,64	326,40	1,48	
P02 (B)	1	1, 2 y pasillo	148,34	LACE, LAB. ÁGUA	18	0,12	31.528,55	212,54	367,20	2,48
	2	3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9	222,56	LAB. FISIO-QUIMICA	16	0,07	59.470,00	267,21	326,40	1,47
	3	34	212,74	PATEO Y CAFETERIA	2	0,01	2.500,00	11,75	40,80	0,19
	4	10, 11, 12 y 13	114,98	SALAS PROFESORES, LAB. MICOTOXINAS	27	0,23	7.568,00	65,82	826,20	7,19
	5	14 y 15	61,87	LAB. CROMATOGRAFIA	5	0,08	11.249,00	181,82	153,00	2,47
	6	16	33,36	SALA PROFESORES	5	0,15	2.200,00	65,95	153,00	4,59
	7	17	69,12	LAB. CEREAIS	10	0,14	10.069,00	145,67	204,00	2,95
	8	18	68,53	CLASES	42	0,61	831,00	12,13	1.285,20	18,75
	9	31, 32, 33 y pasillo	181,18	LAB. FERMENTAÇÃO	10	0,06	29.980,00	165,47	306,00	1,69
	10	30	27,30	LAB. MICROSCOPIA	5	0,18	5.148,00	189,57	153,00	5,60
	11	28, 29 y pasillo	114,69	LAB ANALISE SENSORIAL	17	0,15	2.450,00	21,36	346,80	3,02
	12	26 y 27	71,20	COORD., SECRETARIA CEPA	9	0,13	7.000,00	98,31	183,60	2,58
	13	22, 23, 24, 25 y pas.	181,35	LAVABOS, EMP. JR, LAB. TECNOL. FARMACIA	9	0,05	11.914,70	65,70	275,40	1,52
	14	19, 20 y 21	142,10	LAB. MICROLOGIA	15	0,11	26.509,00	186,55	459,00	3,23
PORCHES Y ACCESOS				ILUMINACIÓN NOCTURNA EXTERIOR			---	---	-	
SUB-TOTAL			3.389,77		645	0,19	343.601,45	101,36	18.482,40	5,45
EQUIVALENCIA USO (%)							20,39%			
TOTAL (kW)										159,20 W/m <sup>2</sup>

1. Potencia 17Wh por equipo (Sousa, Schembeck y Andrade 2011), encendidos en modo activo por 2 horas por turno.
2. Salas prácticas – 100% de la ocupación, en los 3 turnos (mañana, tarde y noche)
3. Salas teóricas y laboratorios – 30% de la ocupación, en los 3 turnos (mañana, tarde y noche).

Figura 292 Ampliación del uso de computadoras portátiles – notebooks en el edificio L1.

## E. Comparativas desempeño térmico y energético

Tabla 75 Edificio G1: comparativas del consumo energético (kWh) mensual real 2009/12 (SmartGateM) y modelos de referencia  $R$  y teóricos  $T_n$  (DesignBuilder).

	Electricidad DB-R0	Electricidad DB-T <sub>1</sub>	Electricidad DB-T <sub>2</sub>	Electricidad DB-T <sub>3</sub>	SmartGateM 2009	SmartGateM 2012
<b>ene</b>	15.606,14	19.816,41	17.451,56	19.324,07	10.720,00	12.956,10
<b>feb</b>	738,23	496,78	496,78	738,23	6.160,00	12.961,74
<b>mar</b>	28.458,03	29.782,85	30.215,28	46.504,51	13.440,00	11.938,40
<b>abr</b>	25.201,77	25.435,61	25.249,54	40.791,82	14.520,00	21.007,86
<b>may</b>	28.090,30	28.473,17	28.401,44	45.471,78	12.880,00	22.759,92
<b>jun</b>	26.851,78	27.283,64	27.356,44	43.193,00	16.218,50	22.983,12
<b>jul</b>	26.068,17	26.098,69	25.883,69	42.104,21	17.297,00	21.817,38
<b>ago</b>	27.859,31	28.042,02	27.842,03	45.252,47	17.926,50	15.562,50
<b>sep</b>	26.126,85	26.226,91	26.095,14	42.011,38	16.315,80	21.669,96
<b>oct</b>	26.985,32	27.323,81	27.051,50	43.908,34	19.083,30	22.940,34
<b>nov</b>	27.377,55	28.524,42	28.676,61	44.686,09	16.664,30	15.677,34
<b>dic</b>	26.871,29	28.350,04	28.682,80	43.677,11	15.239,80	14.722,80
<b>total</b>	<b>286.234,74</b>	<b>295.854,35</b>	<b>293.402,81</b>	<b>457.663,01</b>	<b>176.465,20</b>	<b>216.997,46</b>

Tabla 76 Edificio L1: comparativas del consumo energético (kWh) mensual real 2009/12 (*SmartGateM*) y modelos de referencia *R* y teóricos  $T_n$  (*DesignBuilder*)

	Electricidad DB-R	Electricidad DB-T <sub>1</sub>	Electricidad DB-T <sub>2</sub>	Electricidad DB-T <sub>3</sub>	Electricidad DB-T <sub>4</sub>	SmartGateM	SmartGateM
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	2009 kWh	2012 kWh
ene	21.881,96	26.306,74	24.178,51	21.930,02	22.088,57	18.300,00	16.823,80
feb	18.848,75	21.271,21	17.435,67	16.476,34	19.054,94	16.450,00	15.124,27
mar	32.104,25	41.969,54	41.459,31	38.180,12	35.431,14	10.400,00	12.010,00
abr	28.675,50	34.199,71	34.355,32	32.143,39	31.630,05	21.400,00	24.745,14
may	30.560,43	35.519,34	35.560,16	33.914,34	33.840,85	20.550,00	26.635,49
jun	25.576,45	30.903,27	29.898,93	28.585,76	28.702,74	17.625,80	26.945,03
jul	23.877,82	28.533,26	28.723,82	27.157,63	26.943,95	20.268,00	25.625,74
ago	24.898,92	29.776,91	29.989,85	28.249,66	28.182,53	20.266,80	27.089,16
sep	24.417,26	28.851,25	28.844,23	27.186,04	27.476,90	21.207,80	24.868,48
oct	30.403,13	35.810,82	36.237,79	34.185,23	33.571,95	22.180,00	26.714,66
nov	32.643,48	41.618,69	40.880,14	38.074,06	35.833,04	19.550,00	19.107,34
dic	22.321,57	31.539,89	30.397,59	27.274,34	25.434,84	18.000,00	21.128,59
<b>total</b>	<b>316.209,52</b>	<b>386.300,63</b>	<b>377.961,32</b>	<b>353.356,93</b>	<b>348.191,50</b>	<b>226.198,40</b>	<b>266.817,70</b>

Tabla 77 Desglose del consumo en los edificios referencia  $R_{ef}$  y correlaciones a los modelos teóricos  $T_{final}$ .

	Edificio Real SmatGateM 2012 – $C_R^{2012}$						Edificio Ideal - $T_{ideal}$					
	Electricidad	Iluminación	Energía Auxiliar	Generación de Calor	Refrigeración	Total energía	Electricidad	Iluminación	Energía Auxiliar	Generación de Calor	Refrigeración	Total energía
<b>G1_R</b>	129.861,47	67.791,11	108,22	1.192,98	18.043,68	216.997,46	171.296,30	89.421,18	142,75	1.573,62	23.800,87	286.234,73
<b>G1_T1</b>	100.826,23	92.859,97	104,70	2.797,81	20.408,75	216.997,46	137.466,50	126.605,30	142,75	3.814,53	27.825,29	295.854,38
<b>G1_T2</b>	103.319,98	93.635,88	105,58	3.848,27	16.087,75	216.997,46	139.699,20	126.605,30	142,75	5.203,25	21.752,29	293.402,80
<b>G1_T3</b>	139.819,04	60.028,94	67,69	428,09	16.653,71	216.997,46	294.888,30	126.605,30	142,75	902,86	35.123,85	457.663,07
<b>L1_R</b>	152.787,17	79.663,56	0,00	1.852,29	32.514,67	266.817,70	181.070,30	94.410,45	0,00	2.195,18	38.533,61	316.209,54
<b>L1_T1</b>	130.513,10	65.209,27	0,00	9.482,74	61.612,59	266.817,70	188.957,80	94.410,45	0,00	13.729,18	89.203,15	386.300,58
<b>L1_T2</b>	139.946,50	66.648,03	0,00	5.729,19	54.493,99	266.817,70	198.241,60	94.410,45	0,00	8.115,70	77.193,61	377.961,36
<b>L1_T3</b>	140.607,88	71.288,77	0,00	6.577,75	48.343,30	266.817,70	186.212,40	94.410,45	0,00	8.711,17	64.022,88	353.356,90
<b>L1_T4</b>	163.070,64	72.346,32	0,00	1.642,78	29.757,96	266.817,70	212.803,80	94.410,45	0,00	2.143,79	38.833,52	348.191,56

	Edificio Real SmatGateM 2012 - $R_{ef}$						$\Delta T_{ideal}$						
	Electricidad	Iluminación	Energía Auxiliar	Generación de Calor	Refrigeración	Total energía	Electricidad	Iluminación	Energía Auxiliar	Generación de Calor	Refrigeración	Total energía	Diferencia $R_{ef}/T_{ideal}$
<b>G1 <math>R_{ef}</math></b>	129.861,47	67.791,11	108,22	1.192,98	18.043,68	216.997,46							
<b>G1 <math>T_{final}</math></b>	98.264,37	104.975,23	108,22	4.822,61	15.995,10	224.165,53	-31.597,10	37.184,12	0,00	3.629,63	-2.048,58	144.286,00	3,30%
<b>L1 <math>R_{ef}</math></b>	152.787,17	79.663,56	0,00	1.852,29	32.514,67	266.817,70							
<b>L1 <math>T_{final}</math></b>	157.929,27	79.663,56	0,00	8.368,28	58.003,94	303.965,06	5.142,10	0,00	0,00	6.515,99	25.489,27	120.365,70	13,92

$$R_{ef} = C_R^{2012}$$

$$T_{ideal} = C_R^{2012} + \delta$$

$$T_{final} = R_{ef} + \Delta T_{ideal}$$

Donde:

$R_{ef}$  = edificio de referencia, obtenido con el desglose desarrollado en los modelos de simulación  $T_n$  aplicados al edificio real  $C_R^{2012}$ ;

$T_{ideal}$  = resultado de la suma entre el edificio real ( $C_R^{2012}$ ) y la diferencia correspondiente ( $\delta$  – véase la Tabla 30) a la correlación a los diferenciales  $\Delta_{2012}$  (véase la Tabla 29), para cada uno de los modelos teóricos  $T_n$ ;

$$T_{final} = R_{ef} + \Delta T_{ideal}$$

## ANEXO XIX CRITÉRIOS PARA PROYECTO DE LAS NUEVAS INSTALACIONES DE LA FEAR-UPF

<b>Crítérios de projeto para as novas instalações da FEAR - UPF -</b>
Aproveitamento de luz natural e sistema de iluminação artificial eficiente
Instalações elétricas adequadas ao uso de projeto arquitetônico e urbanístico com computação
Ventilação cruzada
Condicionamento térmico - isolamento térmico
Orientação solar favorável - localização de laboratórios para fachada sul, etc
Proteção solar, evitar grandes superfícies de vidro fachadas desfavoráveis
Aproveitamento de água de chuva
Aproveitamento de águas cinzas
Tratamento de efluentes (laboratórios, etc)
Armazenamento de resíduos sólidos - coleta seletiva
Condicionamento e tratamento acústico
Tecnologias construtivas inovadoras e sustentáveis (para todo o ciclo de vida de empreendimento projeto, construção, uso e operação)

Obs. Pauta de critérios presentada en la primera etapa de desarrollo de las premisas generales para los nuevos edificios de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura - FEAR, con construcción del primer bloque – aula V2 (2014-2015).

Figura 293 Quadro de la situación de aplicación de los criterios de proyecto para el edificio V2 Nova FEAR.



Obs. Plantas altas con protectores solares verticales móviles, planta baja con protección de vegetación, a ser plantada.

Figura 294 Vista de la fachada Oeste del edificio V2 – Nova FEAR (fotografía del autor 2015).



Figura 295 Protección solar fachadas Leste y Oeste. Edificio V2 – Nova FEAR (fotografía del autor 2015).



a



b

Figura 296 Vistas internas de las clases:a. iluminación natural; b. iluminación natural + alumbrado artificial.. Edificio V2 – Nova FEAR (fotografía del autor 2015).



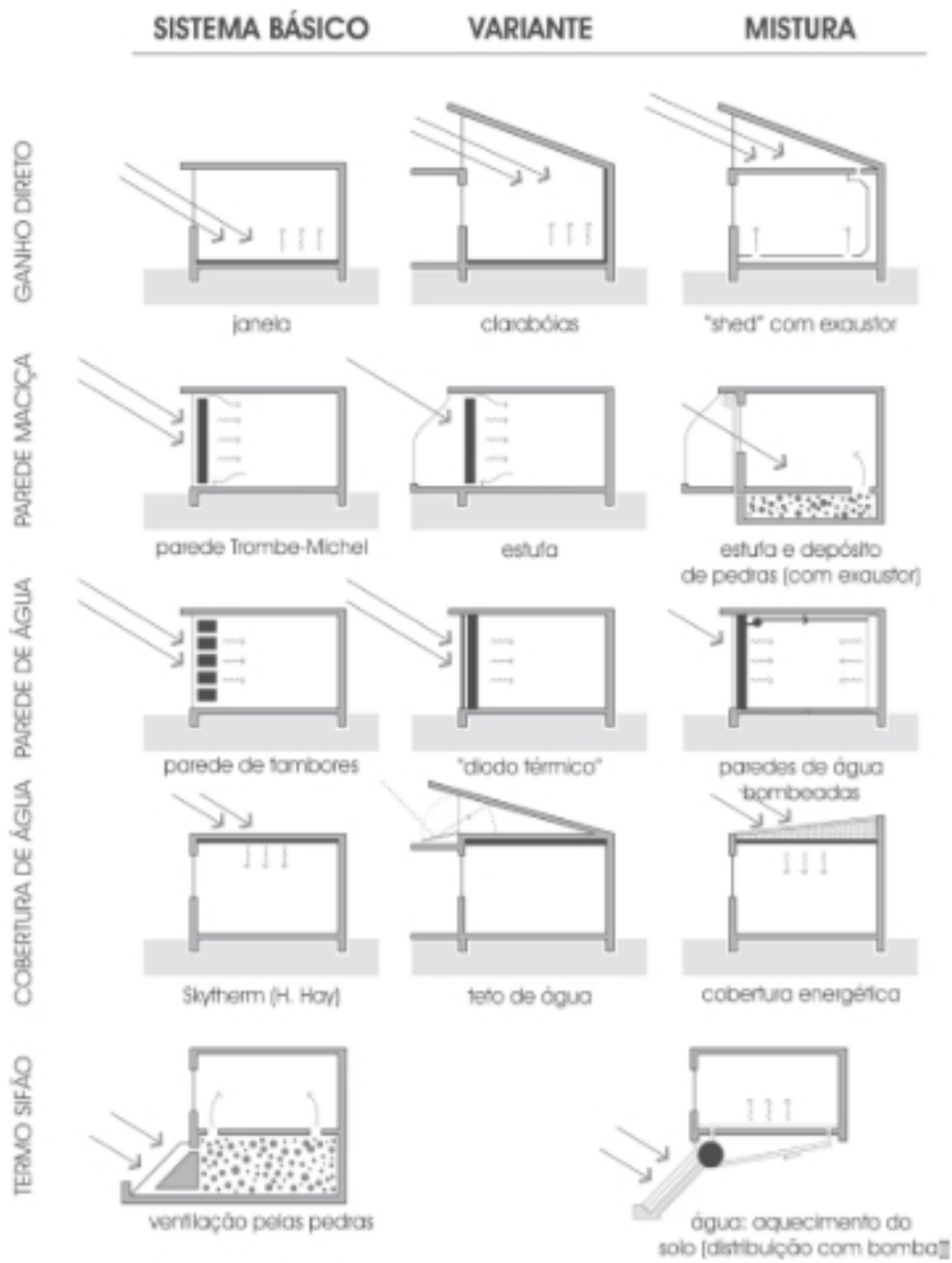


Figura 297 Ejemplos de sistemas de calentamiento solar pasivo (Cunha, Frandoloso y Mascaró 2003, 47, adaptado de Szokolay 1983, 24).

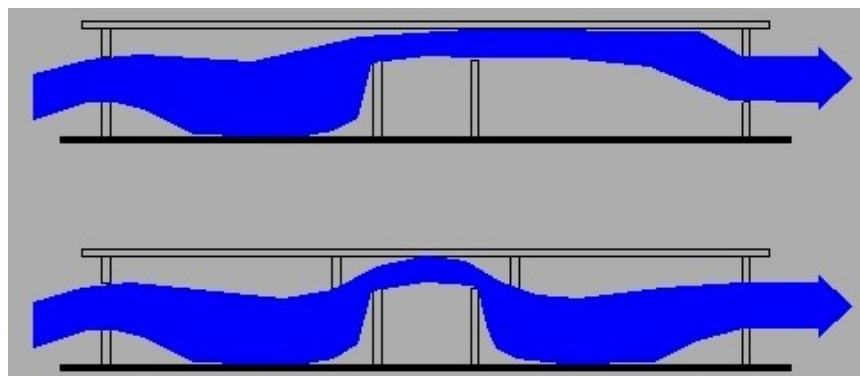


Figura 298 Flujo de aire en escuelas con doble orientación (Frandoloso 2001, 152, adaptado de Rivero 1985, 121).

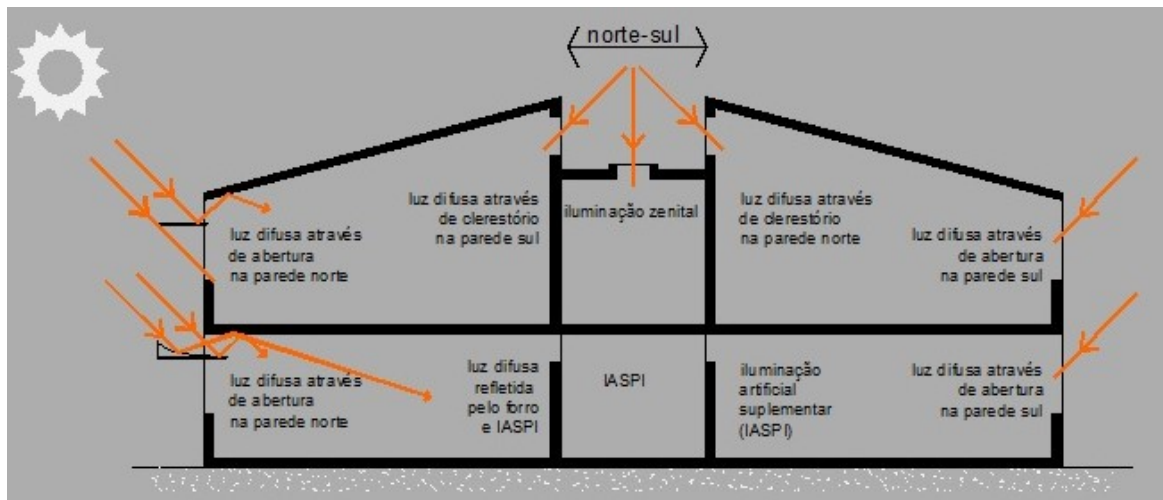


Figura 299 Estratégias de iluminação en escuelas, según el partido arquitectónico de doble orientación (Frandoloso 2001, 160, adaptado de AEC, 1991, 17).

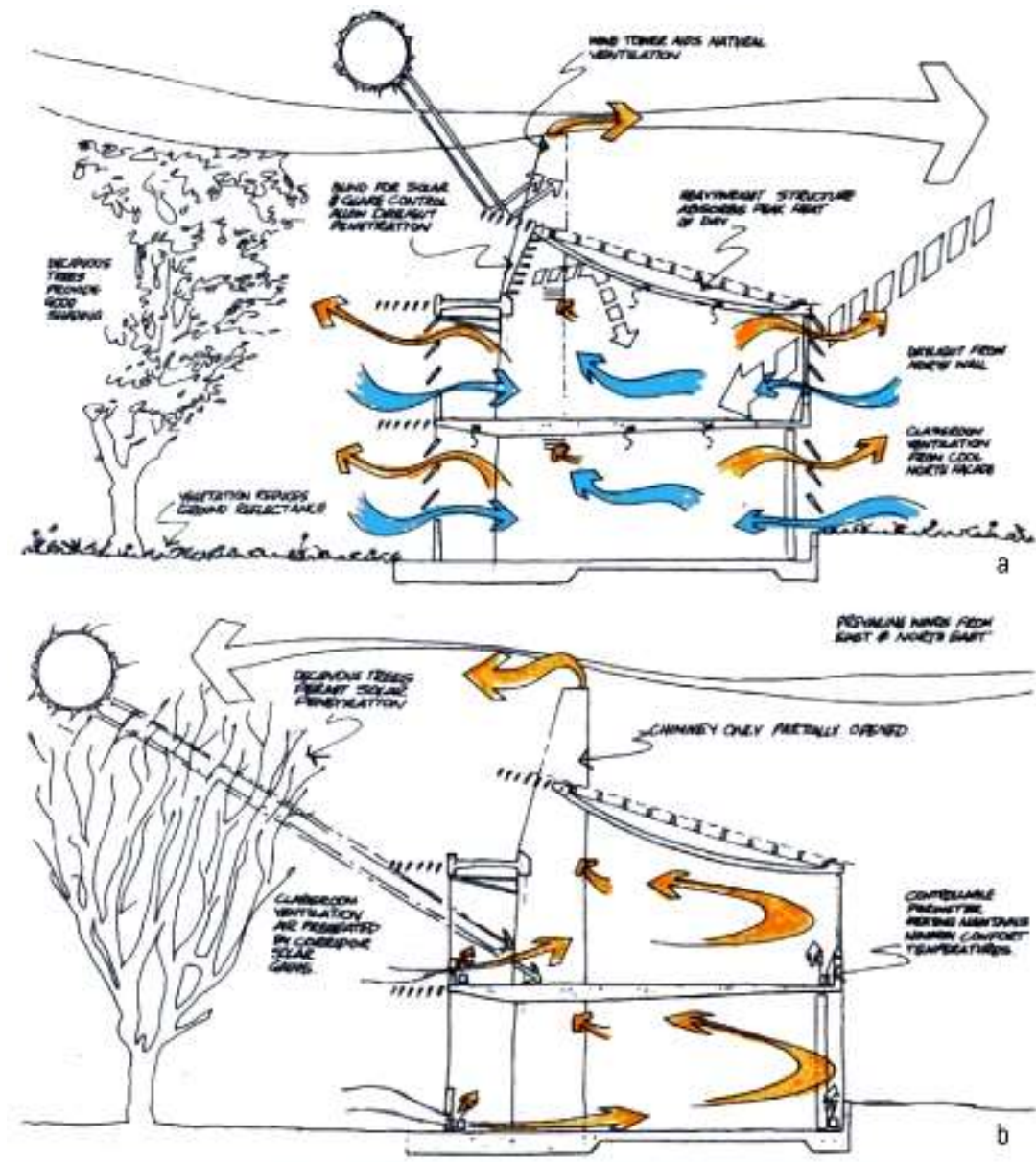


Figura 300 D'Hautree School - Plincke; Leaman and Browning Arch., Mont l'Abbé, GB; a. sistema de acondicionamiento pasivo para verano; b. sistema de acondicionamiento pasivo para invierno (Frandoloso 2001, 155, adaptado de Evans 1995, 43).

## ANEXO XX MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LAS POLÍTICAS PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN BRASIL

Ações institucionais de planejamento e gestão		Impacto
1	Obrigação às concessionárias de facilitar o acesso aos dados de consumo e demanda.	Alto
2	Modelos de apoio financeiro com redução de impostos para eficiência energética.	Alto
3	Agência nacional de eficiência energética, com uma política integrada de energia em operação e materiais.	Alto
4	Fortalecimento do programa PBE Edifica, com: implementação de processos para torná-lo mandatório em edificações dos governos estaduais e municipais; um programa de capacitação e conscientização; e apoio de ferramentas para redução de custo de implantação.	Alto
5	Criação de uma infraestrutura de certificação de desempenho energético operacional, incluindo: <i>benchmarks</i> de consumo energético e modelos de Lei de Transparência, para adoção por municípios relevantes.	Alto
6	Adaptar PBE Edifica para criar um <i>asset rating</i> de baixo custo para edifícios existentes.	Médio
7	Pesquisa e desenvolvimento para apoiar criação de referências técnicas do setor, incluindo modelos de referência do estoque e anos climáticos futuros.	Médio
8	Integração de especificações de conforto térmico, eficiência energética e adaptação climática em MCMV.	Médio
9	Facilitação de <i>retrofits</i> de edificações, desde que atinjam determinados níveis de eficiência energética.	Médio
10	Programa de construção de edifícios exemplares, com publicação de consumo.	Baixo

Figura 301 Acciones institucionales de planeamiento y gestión (CBCS 2014, 70).

Ações de sensibilização e capacitação profissional		Impacto
11	Treinamento para profissionais de <i>facilities</i> , projetistas, consultores, agentes de comissionamento e auditores de energia.	Alto
12	Melhoria dos currículos universitários no assunto de eficiência energética.	Alto
13	Campanha de mídia para ferramentas de construção sustentável e eficiente.	Médio
14	Fortalecimento de instituições e associações técnicas.	Baixo

Figura 302 Acciones de sensibilización y capacitación profesional (CBCS 2014, 71).

Ações tecnológicas		Impacto
15	Expandir PBE para cobrir outros equipamentos eletrônicos, especialmente sistemas de no-break e estabilização de energia. Revisar requerimentos mínimos do PBE para equipamentos, para alinhar com normas internacionais e potencial.	Alto
16	Aumentar a abrangência e a efetividade de avaliação de eficiência de sistemas de ar-condicionado no PBE, das seguintes formas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• aumentar os níveis mínimos de eficiência energética em sistemas de ar-condicionado;</li> <li>• passar a utilizar o SEER para avaliação da eficiência dos sistemas de ar-condicionado; e</li> <li>• implementar normas mínimas e etiquetagem em chillers, considerando condensação a ar e a água.</li> </ul>	Alto
17	Publicação de normas e etiquetagem de desempenho em superfícies frias.	Médio
18	Incentivo à produção de janelas e esquadrias com melhor desempenho.	Médio
19	Incentivar uso de ventiladores de teto de alta eficiência como medida de conforto térmico.	Médio
20	Apoiar desenvolvimento de tecnologias de ponta para redução de consumo em edifícios, com foco em: resfriamento solar, bombas de calor para aquecimento de água e sistemas de medição e controle.	Médio
21	Aproveitar melhor o poder de compra do MCMV e o programa de implantação de sistemas de aquecimento solar, das seguintes formas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• realizar medição e verificação e uma avaliação do SAS em MCMV;</li> <li>• utilizar o SAS em MCMV para treinar e estimular uma indústria de instalação e manutenção em SAS; e</li> <li>• apoiar capacitação e desenvolvimento de melhores interfaces entre SAS e usuários.</li> </ul>	Médio
22	Expandir isenção de ICMS para micro microgeradores.	Médio
23	Criar uma política integrada de energia e água para combater o desperdício de ambos em bombeamento de água.	Baixo
24	Desenvolver políticas de redes inteligentes para maximizar benefícios aos usuários de edificações.	Baixo
25	Publicar referências de desempenho energético em <i>data centers</i> .	Baixo
26	Utilizar sistemas fotovoltaicos em MCMV para substituir tarifa elétrica social.	Baixo
27	Requerer avaliação da qualidade da iluminação para suporte a programas de aumento da eficiência da iluminação.	Baixo

Figura 303 Acciones para tecnología (CBCS 2014, 71).

PBE Edifica – Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações;

SEER – Sigla em inglês para coeficiente de eficiência energética sazonal;

MCMC – Programa Minha Casa Minha Vida, programa federal para construção de viviendas de interés social;

SAS – Sistema de Calentamiento Solar de agua - ACS;

ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços.

## ANEXO XXI REQUISITOS DE LAS NORMATIVAS BRASILEÑAS RTQ-C Y RAC-C

### A. Variables para la definición de los niveles de eficiencia RTQ-C

A. variables para el desempeño de la envolvente		
1. transmisión térmica		7. área total del piso
2. colores y absorción de las superficies		8. área de la envolvente
3. iluminación cenital		9. área vertical de sombreado
4. factor solar del vidrio (FS)		10. ángulo horizontal de sombreado
5. área de proyección de cubierta		11. factor de forma (FF) área envolvente/volumen total
6. factor altura (FA) área de proyección da cubierta/área total		12. porcentaje de área de aperturas
B. variables para el desempeño del sistema de iluminación		
1. división de los circuitos		3. apagado automático del sistema de iluminación
2. contribución de la luz natural		4. densidad de potencia de iluminación (DPI)
C. variables para el desempeño del sistema de aire acondicionado		
1. tipo del ambiente	4. dimensiones	7. protección de las unidades condensadoras
2. aislamiento térmico de los ductos	ambiente	8. capacidad del equipo
3. coeficiente de desempeño del equipo (CoP)	5. marca e tipo del equipo	
	6. etiqueta SeloPROCEL	

Figura 304 Variables de desempeño de la envolvente (adaptado de PROCEL 2010a, 2010b0 y Teixeira, Shiffil y Cunha 2011, 9, 11).

## B. Análisis del nivel de eficiencia del edificio G1 por el método predictivo del RTQ-C<sup>132</sup>

**Tabela 63 - Área dos pavimentos e da Envoltória do edifício G1**

Itens	Área (m <sup>2</sup> )
Appe (área de projeção do edifício)	1129,7
Área útil pavimento térreo	888,81
Área útil pavimento superior	890,67
Área útil pavimento subsolo	849,73
AU (área útil total)	2629,21
Área total pavimento térreo	938,26
Área total pavimento superior	953,31
Área total pavimento subsolo	940,71
Atot (Área total ou área de piso)	2832,28
Apcob (Área da projeção da cobertura)	1223,45
Vtot (volume total)	27614,73
Área de cobertura	1301,2
Área aberturas	466,27
Área das paredes	982,49
Área de fachada	1448,76
Área da envoltória (Aenv)	2749,96

Figura 305 Datos del área y de la envolvente Ed. G1 (Teixeira, Shiffil y Cunha 2011, 43).

**Tabela 64 – Cálculo dos fatores de forma, de altura e verificação do FS**

Item	Valor
FF (Fator de forma)	0,099583085
FA (Fator altura)	0,46532989
PAFt (Percentual de abertura na Fachada total)	0,321840747
<b>IC (indicador de consumo)</b>	<b>26,39705588</b>
AVS (Ângulo Vertical de Sombreamento)	37,63752325
AHS (Ângulo Horizontal de Sombreamento)	21,81999657
FS (vidro)	0,87
<b>ICmax</b>	<b>174,5269714</b>
<b>IC min</b>	<b>23,24466667</b>
i	37,82057619

Figura 306 Cálculo de los factores de la envolvente Ed. G1 (Teixeira, Shiffil y Cunha 2011, 44).

**Tabela 65 – Relação de AVS e AHS para cada fachada do edifício G1.**

Fachada	Área de aberturas	AVS fachada	AHS fachada
Fachada NO	48,26	24,68130957	35,55346042
Fachada NE	136,7	61,2673738	9,27187271
Fachada NE-2	22,53	16,52197071	80,53
Fachada SE	69,58	63,0699914	15,34975568
Fachada SO	108,61	17,7913636	3,56735107
Fachada SO-2	61,62	19,1187926	57,2984421
Fachada SO-3	10,45	21,3444976	43,583445
Fachada S	30,67	23,5549105	13,6303822
<b>Total</b>	<b>488,42</b>	<b>37,63752325</b>	<b>21,81999657</b>

Figura 307 Área de las aperturas y ángulos de sombra Ed. G1 (Teixeira, Shiffil y Cunha 2011, 44).

<sup>132</sup>. Fueron mantenidas las tablas originales del estudio de Teixeira, Shiffil y Cunha (2011).

**Tabela 66 – Cálculo da transmitância das paredes do edifício G1**

<b>Transmitância - paredes</b>	<b>Valor</b>
U	2,68
oC	0,65
A1 (argamassa+reboco)	0,0029
A2 (tijolo+reboco)	0,0115
SER	0,04
RSI	0,13
R1 (argamassa+reboco)	0,104347826
R2 (tijolo+reboco)	0,118695652
RT parede	0,115497416
RT total	0,285497416
<b>U parede (transm.)</b>	<b>3,502658667</b>

\*Para a Zona Bioclimática 2 - transmitância máxima de 3,7 W/m<sup>2</sup>K;  
 Figura 308 Cálculo del coeficiente de transmisión U de los muros exteriores Ed. G1 (Teixeira, Shiffil y Cunha 2011, 45).

**Tabela 67 – Cálculo da transmitância das coberturas do edifício G1**

<b>Transmitância – coberturas</b>	<b>Valor</b>
e (fibrocimento)	0,008
λ (fibrocimento)	0,65
R1 (fibrocimento)	0,012307692
e (poliestireno expandido)	0,03
λ (poliestireno expandido)	0,04
R2(poliestireno expandido)	0,75
Rar	0,21
RT	0,972307692
RSE	0,04
RSi	0,17
RT total	1,182307692
<b>U (transmitância)</b>	<b>0,845803513</b>

\* transmitância máxima de 1,0 W/m<sup>2</sup>K, para ambientes não condicionados  
 Figura 309 Cálculo del coeficiente de transmisión U de la cubierta Ed. G1 (Teixeira, Shiffil y Cunha 2011, 45).

Obs. Hay diferencias entre los resultados de los valores U cuando comparados a la tabla resumen de la envolvente - Figura 43: U=3,4W/m<sup>2</sup>K para los muros y U=1,32W/m<sup>2</sup>K.

$$IC_{env} = -14,14.FA - 113,94.FF + 50,82.PAF_T + 4,86.FS - 0,32.AVS + 0,26.AHS - \frac{35,75}{FF} - 0,54.PAF_T.AHS + 277,98$$

Obs. Revisión de la ecuación 3.6 RTQ-C para la Zona Bioclimática 2 (Brasil 2012, 2).

**Tabela 74** – Aplicação da equação 02 para a classificação da envoltória do edifício G1

		<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>
FF (Fator de forma)	0,099583085	0,7	0,15
FA ( Fator altura)	0,46532989	0,43	0,43
PAF t (Percentual de abertura na Fachada total)	0,321840747	0,6	0,05
<b>IC (indicador de consumo)</b>	<b>26,39705588</b>		
AVS (Ângulo Vertical de Sombreamento)	37,63752325	0	0
AHS (Ângulo Horizontal de Sombreamento)	21,81999657	0	0
FS (vidro)	0,87	0,61	0,87
<b>IC máx</b>	<b>174,5269714</b>		
<b>IC mín</b>	<b>23,24466667</b>		
i	37,82057619		

Figura 310 Clasificación de la envolvente Ed. G1 (Teixeira, Shiffil y Cunha 2011, 51).

**Tabela 75** – Clasificação da envoltória do edifício G1 sem pré-requisitos

<b>Classificação</b>	<b>Limite máximo</b>	<b>Limite Mínimo</b>
<b>A</b>	<b>61,06524286</b>	
B	98,88581905	61,0752
C	136,7063952	98,8958
D	174,5269714	136,716
E		174,537

Figura 311 Límites para la clasificación de la envolvente Ed. G1 (Teixeira, Shiffil y Cunha 2011, 52).

**Tabela 76** – Clasificação da envoltória do edifício G1 da FEAR

	<b>Classificação inicial</b>	<b>Classificação pós pré-requisitos</b>
Envoltória	A	C

Figura 312 Clasificación final de la envolvente Ed. G1 (Teixeira, Shiffil y Cunha 2011, 52).

Obs. Por no cumplir los prerrequisitos mínimos para la envolvente (coeficiente U y absorbanca de los muros), por cálculo clasificada como nivel A (Tabela 75), considérase la clasificación final C (Tabela 76).



Tabela 69 – Dados para cálculo da classificação do sistema de iluminação

Etiquetagem voluntária do prédio G1 da UPF – FEAR												
Ambiente	Pavimento	Código	Pot. Lâmp. (W)	Largura	Comprim.	Altura	Área	Tipo Lâmpada	Núm. Lâmp.	Potên. Lâmp.	Perda Reator (W)	Potên. Total Instal. (kW)
Laboratório de Gráfica	Subsolo	S01	110	4,05	7,12	2,8	28,8	Fluorescente Osram L110 W T12	6	110	52,8	0,7
Laboratório e Urbano	Subsolo	S02	110	5,08	5,73	2,8	29,1	Fluorescente Osram L110 W T12	4	110	35,2	0,5
Patrimônio Histórico	Subsolo	S03	110	2,9	5,73	2,8	16,6	Fluorescente Osram L110 W T12	2	110	17,6	0,2
Arquitetura e Paisagismo	Subsolo	S04	30	3,98	5,73	2,8	22,8	Fluorescente Osram L30W/765 W T8	6	30	14,4	0,2
Projetos Especiais	Subsolo	S05	30	3,98	5,73	2,8	22,8	Fluorescente Osram L30W/765 W T8	6	30	14,4	0,2
Auditório	Subsolo	S06	30	6,95	11,9	2,8	82,7	Fluorescente Osram L30W/765 W T8	36	30	86,4	1,2
Circulação	Subsolo	S07	110	2,38	10,43	2,8	24,8	Fluorescente Osram L110 W T10	11	110	184,8	2,5
			110					Fluorescente Osram L110 W T12	10	110		
Laboratório Conforto	Subsolo	S08	110	5,7	10,44	2,8	59,5	Fluorescente Osram L110 W T12	12	110	105,6	1,3
Laboratório de Informática	Subsolo	S09	110	4,05	7,12	2,8	28,8	Fluorescente Osram L110 W T12	4	110	35,2	0,4
Sala de Aula 13	Subsolo	S10	110	11,05	6,9	2,8	76,2	Fluorescente Osram L110 W T12	12	110	105,6	1,3
Lab. De Sist. Hidráulicos	Subsolo	S11	28	11,05	6,97	2,8	77,0	Fluorescente FH 28W/865 HE T5	12	28	26,88	0,3
Lab. San. Ambiental	Subsolo	S12	110	7,9	5,68	2,8	44,9	Fluorescente Osram L110 W T12	4	110	48	0,6
			40					Fluorescente General Electric 40W	4	40		
Atelier	Subsolo	S13	28	5,67	6,35	2,8	36,0	Fluorescente FH 28W/865 HE T5	6	28	48,64	0,7
			110					Fluorescente Osram L110 W T12	4	110		
Sanitário Masculino	Subsolo	S14	28	5,67	3,9	2,8	22,1	Fluorescente FH 28W/865 HE T5	2	28	39,68	0,5
			110					Fluorescente Osram L110 W T10	2	110		
			110					Fluorescente Osram L110 W T12	2	110		
Sanitário Feminino	Subsolo	S15	28	5,67	3,9	2,8	22,1	Fluorescente FH 28W/865 HE T5	2	28	1003,2	1,5
			110					Fluorescente Osram L110 W T10	2	110		
			110					Fluorescente Osram L110 W T12	2	110		
Sala de Aula 11	Subsolo	S16	110	6,9	7,9	2,8	54,5	Fluorescente Osram L110 W T12	4	110	35,2	0,5
Sala de Aula 12	Subsolo	S17	110	6,9	7,9	2,8	54,5	Fluorescente Osram L110 W T12	4	110	35,2	0,5
Mapoteca	Subsolo	S18	28	8,75	3,9	2,8	34,1	Fluorescente FH 28W/865 HE T5	2	28	4,48	0,1
Serviço	Subsolo	S19	28	3,94	3,94	2,8	15,5	Fluorescente FH 28W/865 HE T5	2	28	4,48	0,1

Figura 313 Datos del sistema de iluminación planta sótano Ed. G1 (Teixeira, Shiffil y Cunha 2011, 47).

Tabela 70 – Dados para cálculo da classificação do sistema de iluminação

Etiquetagem voluntária do prédio G1 da UPF – FEAR												
Ambiente	Pavimento	Código	Pot. Lâmp. (W)	Largura	Comprim.	Altura	Área	Tipo Lâmpada	Núm. Lâmp.	Potên. Lâmp.	Perda Reator (W)	Potên. Total Instal. (kW)
Laboratório de Inforática 2	Térreo	S21	110	7,93	5,57	2,8	44,2	Fluorescente Osram L110 W T12	8	110	70,4	1,0
Laboratório de Inforática 4	Térreo	S22	110	7,93	5,76	2,8	45,7	Fluorescente Osram L110 W T12	8	110	70,4	1,0
Laboratório de Inforática 3	Térreo	S23	110	7,93	5,76	2,8	45,7	Fluorescente Osram L110 W T12	8	110	70,4	1,0
Sala de Professores	Térreo	S24	28	3,9	5,57	2,8	21,7	Fluorescente FH 28W/865 HE T5	4	28	8,96	0,1
Sanitário Professores	Térreo	S25	28	1,25	1,15	2,8	1,4	Fluorescente FH 28W/865 HE T5	2	28	4,48	0,1
Direção	Térreo	S26	28	3,87	5,57	2,8	21,6	Fluorescente FH 28W/865 HE T5	4	28	8,96	0,1
Sanitário Direção	Térreo	S27	28	1,25	1,15	2,8	1,4	Fluorescente FH 28W/865 HE T5	2	28	4,48	0,1
Secretaria	Térreo	S28	28	5,89	8,26	2,8	48,7	Fluorescente FH 28W/865 HE T5	14	28	31,36	0,4
DAFEAR	Térreo	S29	110	4,02	5	2,8	20,1	Fluorescente Osram L110 W T10	6	110	52,8	0,7
Banheiro Masculino	Térreo	S30	28	1,1	1,35	2,8	1,5	Fluorescente FH 28W/865 HE T5	2	28	4,48	0,1
Banheiro Feminino	Térreo	S31	28	2,05	1,5	2,8	3,1	Fluorescente FH 28W/865 HE T5	2	28	4,48	0,1
Banh. Gelpi	Térreo	S32	28	2,25	1,4	2,8	3,2	Fluorescente FH 28W/865 HE T5	2	28	4,48	0,1
Banh. Port. de deficiência	Térreo	S32a	40	2,65	1,35	2,8	3,6	Fluorescente OSRAM Brasil K228A B (pequena)	2	40	6,4	0,1
Sala do Xerox	Térreo	S33	110	2,85	3,45	2,8	9,8	Fluorescente Osram L110 W T12	2	110	17,6	0,2
Bar	Térreo	S34	110	19,29	15,37	2,8	296,5	Fluorescente Osram L110 W T12	2	110	17,6	0,2
Secretaria Arquitetura	Térreo	S35	110	3,94	5,81	2,8	22,9	Fluorescente Osram L110 W T12	4	110	35,2	0,5
Coordenação	Térreo	S36	28	3,95	5,81	2,8	22,9	Fluorescente FH 28W/865 HE T5	4	30	27,2	0,4
			110					Fluorescente Osram L110 W T12	2	110		
Sala de aula 25	Térreo	S37	110	7,9	5,7	2,8	45,0	Fluorescente Osram L110 W T12	8	110	70,4	1,0
Sala de aula 26	Térreo	S38	110	11,05	6,93	2,8	76,6	Fluorescente Osram L110 W T12	12	110	105,6	1,4
Sala de aula 27	Térreo	S39	110	11,05	6,92	2,8	76,5	Fluorescente Osram L110 W T12	12	110	105,6	1,4
Circulação Informática	Térreo	S40	28	16,05	2,32	2,8	37,2	Fluorescente FH 28W/865 HE T5	12	30	28,8	0,4
Sala de aula 37	Superior	S42	28	11,05	6,92	2,8	76,5	Fluorescente FH 28W/865 HE T5	36	30	86,4	1,1
Sala de aula 38	Superior	S43	28	11,05	6,92	2,8	76,5	Fluorescente FH 28W/865 HE T5	36	30	86,4	1,1
Sala de aula 39	Superior	S44	110	5,7	7,9	2,8	45,0	Fluorescente Osram L110 W T12	8	110	70,4	0,9
LADOC	Superior	S45	110	5,9	5,7	2,8	33,6	Fluorescente Sylvania L110 W T12	4	110	35,2	0,4
Secretaria Civil	Superior	S46	110	5,9	5,7	2,8	33,6	Fluorescente Sylvania L110 W T13	4	110	35,2	0,4
Coordenação Pós-Graduação	Superior	S47	110	3,9	5,7	2,8	22,2	Fluorescente Sylvania L110 W T14	4	110	35,2	0,4
Sala de aula 31	Superior	S48	110	14	7,9	2,8	110,6	Fluorescente FH 28W/865 HE T5	20	110	176	2,2
Mestrado 1	Superior	S49	28	5	3,99	2,8	20,0	Fluorescente FH 28W/865 HE T5	6	30	14,4	0,2

Figura 314 Datos del sistema de iluminación planta baja y superior Ed. G1 (Teixeira, Shiffil y Cunha 2011, 48).

**Tabela 71– Dados para cálculo da classificação do sistema de iluminação**

Etiquetagem voluntária do prédio G1 da UPF – FEAR												
Ambiente	Pavimento	Código	Pot. Lâmp. (W)	Largura	Comprim	Altura	Área	Tipo Lâmpada	Núm. Lâmp.	Potên Lâmp.	Perda Reator (W)	Potén. Total Instal. (kW)
Mestrado 2	Superior	S50	110	6,75	6,44	2,8	43,5	Fluorescente Osram L110 W T12	10	110	88	1,1
Banheiro masculino	Superior	S51	28	2,8	3,99	2,8	11,2	Fluorescente FH 28W/865 HE T5	3	30	7,2	0,1
Banheiro feminino	Superior	S52	28	2,8	3,99	2,8	11,2	Fluorescente FH 28W/865 HE T5	3	30	7,2	0,1
Sala de aula 35	Superior	S53	110	5,7	7,87	2,8	44,9	Fluorescente Osram L110 W T12	8	110	70,4	0,9
Sala Professores da Eng. Civil	Superior	S54	110	8	3,87	2,8	31,0	Fluorescente Osram L110 W T13	6	110	52,8	0,7
Banheiro sala de prof. Eng. Civil	Superior	S55	28	1,15	1,25	2,8	1,4	Fluorescente Osram L110 W T12	1	30	2,4	0,0
Coordenação Eng. Ambiental	Superior	S56	110	3,9	5,7	2,8	22,2	Fluorescente Osram L110 W T12	4	110	35,2	0,4
Banheiro Sala de coordenação	Superior	S57	28	1,15	1,25	2,8	1,4	Fluorescente FH 28W/865 HE T5	1	30	2,4	0,0
Sala de aula 33	Superior	S58	110	5,7	7,88	2,8	44,9	Fluorescente Osram DARIGHT F95T12/DHO(grande)	8	110	70,4	0,9
Sala de aula 34	Superior	S59	110	7,88	13,9	2,8	109,5	Fluorescente Osram L110 W T12	16	110	140,8	1,8
Secretaria Pós-Graduação	Superior	S60	110	4,02	5	2,8	20,1	Fluorescente Osram L110 W T13	4	110	35,2	0,4
<b>Total</b>						<b>2405,7</b>						<b>37,5</b>

Figura 315 Datos del sistema de iluminación planta superior Ed. G1 (Teixeira, Shiffil y Cunha 2011, 49).

Tabela 68 – Área e potência total do edifício G1		
Nome	Área Total (m²)	Potência Total (W)
Edifício G1	2.405,7	37.500

Figura 316 Área y potencia total de iluminación Ed. G1 (Teixeira, Shiffil y Cunha 2011, 46).

**Tabela 77-** Limite máximo aceitável de densidade de potência de iluminação (DPIL) para o nível de eficiência pretendido – Método das atividades do edifício

Função	Área (m²)	DPIL 'A'	DPIL 'B'	DPIL 'C'	DPIL 'D'
Escola/Universidade	2629,21	10,7	12,3	13,9	15,5

52

$$P = 61,07$$

$$61,07 \geq 40,75 (D)$$

Figura 317 Límites de densidad de potencia Ed. G1, según el criterio de área (Teixeira, Shiffil y Cunha 2011, 52).

**Tabela 78–** Limite de potência para cada nível de classificação de eficiência energética, com base na área do edifício e da DPIL.

Função	Nível A	Nível B	Nível C	Nível D
Escola/Universidade	28132,547	32339,283	36546,019	<b>40752,755</b>

Figura 318 Límites de densidad de potencia Ed. G1, según el criterio de tipología de uso Ed. G1 (Teixeira, Shiffil y Cunha 2011, 53).

Tabela 72 – Levantamento dos dados para classificação do sistema de ar condicionado

Ambiente	Pav.	Largura	Comprim.	Altura	Área	Pesença de Ar Condicionado	Marca	Capacidade(BTU's)	Selo A PROCEL
Laboratório de Gráfica	Subsolo	4,05	7,12	2,8	28,8	Não possui	-	-	-
Laboratório e Urbano	Subsolo	5,08	5,73	2,8	29,1	Não possui	-	-	-
Patrimônio Histórico	Subsolo	2,9	5,73	2,8	16,6	Não possui	-	-	-
Arquitetura e Paisagismo	Subsolo	3,98	5,73	2,8	22,8	Não possui	-	-	-
Projetos Especiais	Subsolo	3,98	5,73	2,8	22,8	Não possui	-	-	-
Auditório	Subsolo	6,95	11,9	2,8	82,7	Não possui	-	-	-
Circulação	Subsolo	2,38	10,43	2,8	24,8	Não possui	-	-	-
Laboratório Conforto	Subsolo	5,7	10,44	2,8	59,5	Não possui	-	-	-
Laboratório de Informática	Subsolo	4,05	7,12	2,8	28,8	Não possui	-	-	-
Sala de Aula 13	Subsolo	11,05	6,9	2,8	76,2	Não possui	-	-	-
Lab. De Sist. Hidráulicos	Subsolo	11,05	6,97	2,8	77,0	Não possui	-	-	-
Lab. San. Ambiental	Subsolo	7,9	5,68	2,8	44,9	Não possui	-	-	-
Atelier	Subsolo	5,67	6,35	2,8	36,0	Não possui	-	-	-
Sanitário Masculino	Subsolo	5,67	3,9	2,8	22,1	Não possui	-	-	-
Sanitário Feminino	Subsolo	5,67	3,9	2,8	22,1	Não possui	-	-	-
Sala de Aula 11	Subsolo	6,9	7,9	2,8	54,5	Não possui	-	-	-
Sala de Aula 12	Subsolo	6,9	7,9	2,8	54,5	Não possui	-	-	-
Mapoteca	Subsolo	8,75	3,9	2,8	34,1	Não possui	-	-	-
Sanico	Subsolo	3,94	3,94	2,8	15,5	Não possui	-	-	-
Laboratório de Informática 1	Térreo	7,93	5,57	2,8	44,2	Possui	Totaline	36000	A
Laboratório de Informática 2	Térreo	7,93	5,57	2,8	44,2	Possui	Totaline	36000	A
Laboratório de Informática 4	Térreo	7,93	5,76	2,8	45,7	Possui	Totaline	36000	B
Laboratório de Informática 3	Térreo	7,93	5,76	2,8	45,7	Possui	Totaline	36000	B
Sala de Professores	Térreo	3,9	5,57	2,8	21,7	Não possui	-	-	-
Sanitário Professores	Térreo	1,25	1,15	2,8	1,4	Não possui	-	-	-
Direção	Térreo	3,87	5,57	2,8	21,6	Não possui	-	-	-
Sanitário Direção	Térreo	1,25	1,15	2,8	1,4	Não possui	-	-	-
Secretaria	Térreo	5,89	8,26	2,8	48,7	Não possui	-	-	-
DAFEAR	Térreo	4,02	5	2,8	20,1	Não possui	-	-	-
Banheiro Masculino	Térreo	1,1	1,35	2,8	1,5	Não possui	-	-	-
Banheiro Feminino	Térreo	2,05	1,5	2,8	3,1	Não possui	-	-	-
Banh. Gelpi	Térreo	2,25	1,4	2,8	3,2	Não possui	-	-	-
Banh. Port. de deficiência	Térreo	2,65	1,35	2,8	3,6	Não possui	-	-	-
Sala do Xerox	Térreo	2,85	3,45	2,8	9,8	Não possui	-	-	-
Bar	Térreo	19,29	15,37	2,8	295,5	Não possui	-	-	-
Secretaria Arquitetura	Térreo	3,94	5,81	2,8	22,9	Não possui	-	-	-
Coordenação	Térreo	3,95	5,81	2,8	22,9	Não possui	-	-	-
Sala de aula 25	Térreo	7,9	5,7	2,8	45,0	Não possui	-	-	-
Sala de aula 26	Térreo	11,05	6,93	2,8	76,6	Não possui	-	-	-
Sala de aula 27	Térreo	11,05	6,92	2,8	76,5	Não possui	-	-	-
Sala de aula 37	Superior	11,05	6,92	2,8	76,5	Não possui	-	-	-
Sala de aula 38	Superior	11,05	6,92	2,8	76,5	Não possui	-	-	-
Sala de aula 39	Superior	5,7	7,9	2,8	45,0	Não possui	-	-	-
LADOC	Superior	5,9	5,7	2,8	33,6	Não possui	-	-	-
Secretaria Civil	Superior	5,9	5,7	2,8	33,6	Não possui	-	-	-
Coordenação Pós-Graduação	Superior	3,9	5,7	2,8	22,2	Não possui	-	-	-
Sala de aula 31	Superior	14	7,9	2,8	110,6	Não possui	-	-	-
Mestrado 1	Superior	5	3,99	2,8	20,0	Possui	Eletrolux Eigin	12000 12000	B B
Mestrado 2	Superior	6,75	6,44	2,8	43,5	Não possui	-	-	-
Banheiro masculino	Superior	2,8	3,99	2,8	11,2	Não possui	-	-	-
Banheiro feminino	Superior	2,8	3,99	2,8	11,2	Não possui	-	-	-
Sala de aula 35	Superior	5,7	7,87	2,8	44,9	Não possui	-	-	-
Sala Professores da Eng. Civ	Superior	8	3,87	2,8	31,0	Não possui	-	-	-
Banheiro sala de prof. Eng. Ci	Superior	1,15	1,25	2,8	1,4	Não possui	-	-	-
Coordenação Eng. Ambienta	Superior	3,9	5,7	2,8	22,2	Não possui	-	-	-
Banheiro Sala de coordenação	Superior	1,15	1,25	2,8	1,4	Não possui	-	-	-
Sala de aula 33	Superior	5,7	7,88	2,8	44,9	Não possui	-	-	-
Sala de aula 34	Superior	7,88	13,9	2,8	109,5	Não possui	-	-	-
Secretaria Pós-Graduação	Superior	4,02	5	2,8	20,1	Não possui	-	-	-

Figura 319 Dados de los sistema de aire acondicionado Ed. G1 (Teixeira, Shiffil y Cunha 2011, 50).

Tabela 79 – Classificação do sistema de condicionamento de ar do edifício G1

Ambiente	Equivalente Numérico	Área (m²)	Coefficiente de ponderação	Resultado ponderado	Classif. do Sistema de Cond. de Ar
Área condicionada A	5	44,2	0,22	1,11	B
Área condicionada B	5	44,2	0,22	1,11	
Área condicionada C	4	45,7	0,23	0,91	
Área condicionada D	4	45,7	0,23	0,91	
Área condicionada E	4	20	0,10	0,40	
<b>Total</b>		<b>199,8</b>	<b>1</b>	<b>4,44</b>	

Figura 320 Clasificación del sistema de aire acondicionado Ed. G1 (Teixeira, Shiffil y Cunha 2011, 54).

**Tabela 80 - Classificação final do edifício a partir das classificações parciais das envolventes:**

	<b>Eq. Numérico</b>	<b>Classif. parcial</b>	<b>PT (Eq. 01)</b>	<b>Classif. Final</b>
Sist. Iluminação (EqNumDPI)	2	D	2,35	D
Envoltória (EqNumEnv)	3	C		
Sist. Condiç. de Ar (EqNumCA)	4,44	B		
Ambientes naturalmente ventilados (EqNumV)	1	E		
Área Condicionada (AC)	199,8			
Área não condicionada (ANC)	1582,29			
Área de permanência transitória (APT)	847,12			
Área Útil (AU)	2629,21			

Figura 321 Clasificación final de todos los sistemas Ed. G1 (Teixeira, Shiffil y Cunha 2011, 54).

## ANEXO XXII UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS - UFPEL



Figura 322 Campus Anglo UFPEL: imágenes de la situación anterior a la intervención (Frigorífico Anglo) y actual (UFPEL 2015).

Tabla 78 Indicadores de consumo energético en la UFPEL – Campus Anglo 2014 (PROBEN 2015).

Unidade	Área	Tempo de uso (h)	Área x tempo de uso	Somatório com uso comum	%	Consumo das unidades (kWh)	kWh/m <sup>2</sup>
ADM SUPERIOR	3.166,29	3.600,00	11.398.644,00	11.426.573,00	39,00	193.681,6308	61,17
CDTEC	1.630,31	2.700,00	4.401.837,00	4.842.734,00	16,53	82.084,86	50,35
CENG	289,73	3.700,00	1.072.001,00	1.357.109,00	4,63	23.003,14	79,40
CLC	537,97	3.700,00	1.990.489,00	3.226.843,00	11,02	54.695,33	101,67
DECON	355,97	1.000,00	355.970,00	515.474,00	1,76	8.737,34	24,55
FAT	264,93	2.600,00	688.818,00	1.514.504,00	5,17	25.671,00	96,90
FEO	755,78	3.700,00	2.796.386,00	3.201.163,00	10,93	54.260,05	71,79
FN	1.054,49	2.700,00	2.847.123,00	3.139.213,00	10,72	53.210,00	50,46
IFM	55,17	1.000,00	55.170,00	70.303,00	0,24	1.191,64	21,60
IB	-	-	-	-	-	-	-
CIM	-	-	-	-	-	-	-
CA	-	-	-	-	-	-	-

# ANEXO XXIII DIVULGACIÓN DEL CONOCIMIENTO GENERADO

Papers presentados en congresos y eventos

Fradoso, M. A. L.; Brandli, L. L. Assessment and Guidelines to Improve Eco-efficiency and Indoor Comfort at University of Passo Fundo, Brazil. *Journal of Civil Engineering and Architecture*. v. 9, n.2, Feb. 2015, p. 179-187. doi: 10.17265/1934-7359/2015.02.006. ISSN 1934-7359. Disponible en: <<http://www.davidpublisher.com/Public/uploads/Contribute/550644a7e5c1e.pdf>>.

*Journal of Civil Engineering and Architecture* 9 (2015) 179-187  
doi: 10.17265/1934-7359/2015.02.006



## Assessment and Guidelines to Improve Eco-efficiency and Indoor Comfort at University of Passo Fundo, Brazil

Marcos Antonio Leite Fradoso and Luciana Londero Brandli

*Faculty of Engineering and Architecture, University of Passo Fundo, Passo Fundo 99052-900, Brazil*

**Abstract:** The paper deals with the energy and indoor comfort on buildings of UPF (University of Passo Fundo), located in southern Brazil, in order to improve the eco-efficiency concepts in the university's building stock, reinforcing its responsibility towards sustainable development. The factors that affect thermal performance and the energy consumption of two case studies were identified, including the general characteristics of the envelope and the indoor conditions. The simulations with DesignBuilder software compare the energy and thermal performance of both cases: those results allow the identification of their positive and negative aspects, as well as making a co-relation with the students' sensations of comfort—obtained through PMV (predicted mean vote). The research indicates that it will be possible to improve eco-efficiency of existing and new buildings and campuses by retrofitting and upgrading it with regard to better indoor conditions that really correspond to climate conditions (hot and humid summers, and cold and damp winters), using passive strategies for heating and cooling and at the same time to improve rational use of natural resources and to reduce the environmental impact. Probably, giving comfortable conditions to the users will increase energy consumption, but there is a potential reduction of lighting and equipment that could minimize this impact.

**Key words:** Comfort energy efficiency, eco-efficiency, indoor comfort, university buildings, building retrofitting.

### 1. Introduction

The main role of universities is remarkable as well as their responsibility in preparing students for a more conscious and responsible professional future through knowledge and practical experience. They also have to be an example of concrete actions in order to achieve the principles of a sustainable society in a collaborative and responsible way by involving the entire university community in the imperative process of changing procedures and habits.

Various factors contribute to the process of evaluation of the level of adherence to concepts of sustainability within these areas. Kibert [1] refers to eco-efficiency, which includes the analysis of environmental impact and costs as factors of administration efficiency evaluation of institutions or companies. The author quotes the WBCSD (World

Business Council on Sustainable Development), which defines seven elaborated elements to achieve eco-efficiency applied to goods and services: reducing the material requirements, reducing energy intensity, reducing toxic dispersion, enhancing materials recyclability, maximizing sustainable use of renewable resources, extending product durability and increasing the service intensity.

On the other hand, many authors have been discussing within interdisciplinary teams and also exchanging their experiences in order to accelerate the rate at educational institutions to foster and underpin the values, knowledge and actions to help their students transform society from unsustainable to sustainable patterns [2].

Fradoso et al. [3] present that being efficient means reaching the proposed objectives. In this way, the attainment of energy efficiency takes place when the objectives are obtained by equally employing the least amount of resources possible. In other words, a building which is efficient in terms of energy should

---

Corresponding author: Marcos Antonio Leite Fradoso, Ph.D. candidate, research fields: renewable energy, eco-efficiency, university buildings, energy simulation and thermal performance. E-mail: [fradoso@upf.br](mailto:fradoso@upf.br).

Frandonoso, M. A. L.; Brandli, L. L.; Scheffer, A. P. Avaliação do parque construído da Universidade de Passo Fundo – RS, com base na eco-eficiência: o consumo de energia e o conforto dos usuários. *Revista de Arquitetura da IMED*, vol. 2, n. 2, jul-dec. 2013, p. 123-145. [Consulta: 05 enero 2014]. Disponible en: < <http://seer.imed.edu.br/index.php/arqimed/article/view/440> >. ISSN 2318-1109.



## **Avaliação do parque construído da Universidade de Passo Fundo - RS, com base na eco-eficiência: o consumo de energia e o conforto dos usuários**

### **Assessment of building stock of Universidade de Passo Fundo - RS, based on the eco-efficiency: energy consumption and users comfort**

Marcos Antonio Leite Frandonoso

Docente da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de Passo Fundo, UPF  
frandonoso@upf.br

Luciana Londero Brandli

Docente da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de Passo Fundo, UPF  
brandli@upf.br

Ana Paula Scheffer

Discente da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de Passo Fundo, UPF  
119642@upf.br

#### Resumo

O trabalho apresenta uma avaliação do parque construído da Universidade de Passo Fundo – RS, de modo a reforçar a responsabilidade das universidades frente ao desenvolvimento sustentável, e por extensão na aplicação dos princípios da construção sustentável e da eco-eficiência às estruturas físicas das Instituições de Ensino Superior (IES). A partir da conceitualização da eco-eficiência e da relação da eficiência energética dos edifícios propõe-se avaliar os prédios universitários, para assim, estabelecer critérios para otimizar os recursos energéticos no parque construído da UPF relacionando-o às condições de conforto dos usuários. O estudo foi desenvolvido em dois edifícios da Faculdade de Engenharia e Arquitetura, representativos das diversas tipologias construtivas existentes no Campus I, caracterizando-os em seus aspectos arquitetônicos e construtivos, de instalações e os respectivos padrões de uso e ocupação; com o monitoramento do consumo de energia foi possível comparar o desempenho energético de ambos os edifícios. A definição dos objetos de estudo também levaram em consideração o fato de serem utilizados pelo corpo docente e discente da área tecnológica, podendo servir como ponto de referência para a aplicação dos princípios da eco-eficiência nas edificações. Quanto ao desempenho térmico foram desenvolvidas simulações com o software *DesignBuilder*, assim como a avaliação do conforto dos usuários adota o mesmo programa. Os resultados permitiram identificar pontos positivos e negativos dos dois edifícios, permitindo propor estratégias inseridas em um instrumento operativo para a melhoria do desempenho dos edifícios existentes e servindo de referência para incorporar a eco-eficiência também em novos edifícios do campus. Este estudo pode ser adotado como referencial para o diagnóstico de parques construídos de outras IES, incorporando progressivamente os critérios da eco-eficiência nos ambientes, de maneira a garantir espaços qualificados e com condições de habitabilidade satisfatórias aos seus usuários.

Palavras-chave: projeto de edifícios universitários; eco-eficiência; eficiência energética; desempenho térmico; conforto ambiental.



Frاندولو, M. A. L. et al. Empowering the university role of fostering education for sustainability and regional sustainability in Southern Brazil: the University of Passo Fundo experience. En: *ERSCP-EMSU 2013, Istanbul, Juny 4-7, 2013*. Istanbul: Bogaziçi University, 2013. ISBN 9789051550658. [Paper ID291].

**EMPOWERING THE UNIVERSITY ROLE OF FOSTERING EDUCATION FOR  
SUSTAINABILITY AND REGIONAL SUSTAINABILITY IN SOUTHERN BRAZIL - THE  
UNIVERSITY OF PASSO FUNDO EXPERIENCE**

Marcos Antonio Leite Frاندولو<sup>a</sup>, Luciana Londero Brandli<sup>b</sup>, Eduardo Pavan Korf<sup>b</sup>, Aline F. C.  
Passini<sup>b</sup>, Evanisa Quevedo Melo<sup>b</sup>

<sup>a</sup> *Faculty of Engineering and Architecture, University of Passo Fundo (Brazil) - São José District BR 285, 99052-900, Passo Fundo, Brazil PhD Student at Polytechnic University of Catalonia, Barcelona, Spain*

<sup>b</sup> *Faculty of Engineering and Architecture, University of Passo Fundo (Brazil) - São José District BR 285, 99052-900, Passo Fundo, Brazil*

*Corresponding author. Tel./fax: +55 54 3316 8203*

*E-mail address: frاندولو@upf.br (M.Frandولو)*

**Abstract**

The main role of universities is remarkable in that, as well as their responsibility in preparing students for a more conscious and responsible professional future through knowledge and practical experience, they are also examples of concrete actions in order to achieve the principles of a sustainable society in a collaborative and responsible way by involving the entire university community in the imperative process of changing procedures and habits. The University of Passo Fundo (UPF), a regional institution located in Southern Brazil with about 20,000 students, is one of other universities around the world which have started a process of self-evaluation about how Education for Sustainable Development (ESD) is being approached in teaching, research, relationship with the community and administrative action. Firstly, the actions and procedures related to environmental practices on campus activities and management were identified. The analysis and diagnosis were produced through the application of a methodology embedded in the PDCA cycle of ISO 14001, in order to verify in which way UPF has been facing such subjects. Thus, some guidelines were proposed to review the environmental assessment process to the following-up of the implementation of individual Environmental Management Systems. Approaches of ESD which are included in under-graduate courses were then assessed by the Auditing Instrument for Sustainability in Higher Education (AISHE) methodology, showing how each course evaluates itself by applying a benchmark criteria. This also makes it possible to make comparisons and to establish directives to improve the current level of sustainability. The AISHE application began as a pilot project at the Faculty of Engineering and

## How to Improve Eco-Efficiency and Indoor Comfort at University of Passo Fundo - Brazil

MARCOS ANTONIO LEITE FRANDOSO<sup>1</sup>, LUCIANA LONDERO BRANDLI<sup>1</sup>  
FABIO PEDROSO DIAS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Engineering and Architecture, University of Passo Fundo, Passo Fundo - RS, Brazil

<sup>2</sup>Scholarship - Course of Architecture and Urbanism, University of Passo Fundo, Passo Fundo - RS, Brazil

**ABSTRACT:** *The paper deals with the energy and indoor comfort on buildings of University of Passo Fundo (UPF), located in Southern Brazil, in order to improve the eco-efficiency concepts in the university's building stock, reinforcing its responsibility towards sustainable development. The factors that affect thermal performance and the energy consumption of two buildings were identified, including the general characteristics of the buildings and the indoor conditions. The simulations with DesignBuilder software compare the energy and thermal performance of both buildings, those results allow the identification of their positive and negative aspects, as well as making a correlation with the students' sensations of comfort – obtained through PMV vote. The research indicates that it will be possible to improve eco-efficiency of existing and new buildings and campuses by retrofitting and upgrading it with regard to better indoor conditions that really correspond to climate conditions (hot and humid summers and cold and damp winters), using passive strategies for heating and cooling and at the same time to improve rational use of natural resources and to reduce the environmental impact. Probably, giving comfortable conditions to the users will increase energy consumption, but there is a potential reduction of lighting and equipments that could minimize this impact.*

**Keywords:** *comfort energy efficiency, eco-efficiency, indoor comfort, university buildings, building retrofitting*

### INTRODUCTION

The main role of universities is remarkable, as well as their responsibility in preparing students for a more conscious and responsible professional future through knowledge and practical experience, and also to be an example of concrete actions in order to achieve the principles of a sustainable society in a collaborative and responsible way, by involving the entire university community in the imperative process of changing procedures and habits.

Various factors contribute to the process of evaluation of the level of adherence to concepts of sustainability within these areas. Kibert [1] refers to eco-efficiency, which includes the analysis of environmental impact and costs as factors of administration efficiency evaluation of institutions or companies. The author quotes the World Business Council on Sustainable Development – WBCSD, which defines seven elaborated elements to achieve eco-efficiency applied to goods and services: reducing the material requirements, reducing energy intensity, reducing toxic dispersion, enhancing materials recyclability, maximizing sustainable use of

renewable resources, extending product durability and increasing the service intensity.

On the other hand, many authors have been discussing within interdisciplinary teams and also exchanging their experiences in order to accelerate the rate at educational institutions to foster and underpin the values, knowledge and actions to help their students transform society from unsustainable to sustainable patterns [2].

Frاندوسو et al. [3] presents that being efficient means reaching the proposed objectives; in this way the attainment of energy efficiency takes place when the objectives are obtained by equally employing the least amount of resources possible or, in other words, a building which is efficient in terms of energy should carry out all its activities with the lowest possible consumption of electricity and in a broader manner, all the raw materials it uses. The study also links the eco-efficiency of the user's requirements to reach an ideal indoor comfort.

## ENERGY AND THERMAL PERFORMANCE IN RELATION TO THE COMFORT OF USERS OF UNIVERSITY BUILDINGS IN SOUTHERN BRAZIL

Marcelo Antonio Leite Frاندولو<sup>1</sup>, Luciana Londero Brandli<sup>2</sup> and Fábio Pedrosa Dias<sup>3</sup>

<sup>1</sup>FEAR, University of Passo Fundo, Brazil

<sup>2</sup>Energy and Environment on Architecture - Polytechnical University of Catalonia - UPC, Spain, PhD Student

<sup>3</sup>Post-graduate Course in Engineering, Infrastructure and the Environment, University of Passo Fundo, Brazil

<sup>4</sup>Architecture and Urbanism, University of Passo Fundo, Brazil

### ABSTRACT

The research presents an evaluation of two buildings of the University of Passo Fundo (UPF), Rio Grande do Sul - Brazil, with the aim of increasing the responsibility of universities to enhance sustainable development and to further include the principles of sustainable construction and eco-efficiency in the physical structures of Higher Education Institutions (HEI). The main aim of this work is to evaluate energy and thermal performance in University buildings and their inter-relation with the comfort of the users, proposing guidelines to include or increase the eco-efficiency of the planning of university buildings. On the campus, the study was developed in the buildings of the faculties of Engineering and Architecture, representative of various construction types which can be found on Campus I, taking into consideration their architectural and construction aspects, installations and respective established use and occupation; by monitoring energy consumption it was possible to compare the energy performance of both buildings. Regarding the thermal performance, simulations were developed, using the software DesignBuilder, which was also used for evaluating the comfort of the users. The results have made it possible to identify the positive and negative points about the two buildings, leading to the formation of proposals of strategies inserted in an operative instrument for improving the performance of the two buildings and serving as a reference to also incorporate eco-efficiency in new buildings and campuses. This study can be adopted as a reference for evaluation studies of building stock in other HEI, progressively incorporating the criteria of eco-efficiency in the locations in a way which can ensure appropriate space and satisfactory living/working conditions of the users.

### KEYWORDS

University buildings; energy performance; thermal performance; environmental comfort; campus.

## 1. INTRODUCTION

The main role of universities is notable. It involves theories of the widest diversity of knowledge and assumes relevant characteristics in the preparation of students as future professionals who are conscious and responsible because of their knowledge and practical experience. This results in concrete actions which involve the entire university community in the imperative process of changing procedures and habits, which aim to produce improvements within the community and society in which they are applied. The principles of a sustainable society are also governed by this way of thinking, where each individual interacts in a collaborative and responsible manner.

Various factors contribute to the evaluation process of the level of adherence to the sustainable principles within each area. One project which aims at ensuring a certain level of "environmental quality" begins by defining strategies to obtain adequate living conditions and comfort with reasonable environmental costs. It takes full advantage of the opportunities by the surrounding environment and climate, the geometrical configuration and solar orientation, the building, the materials and, finally, the technical resources available (Cuchi i Burgos, 2009). According to the author, these strategies should have as their aim the maximum environmental efficiency possible in each of the services obtained and in addition, a reduction of the resources necessary for their construction and function. The constructive processes should also be considered



## Improving the Environmental Work at University of Passo Fundo, Brazil - Towards an Environmental Management System

**Luciana Londero Brandli**

**Marcos Antonio Leite Frandoloso**

Architecture and Engineering Faculty at the Passo Fundo University (UPF),  
Passo Fundo, RS, Brazil

**Joel Tauchen**

Horizontina Faculty (FAHOR), Horizontina, RS, Brazil

### Abstract

In the last few years, sustainable development and environmental management have become an important issue in Institutions of Higher Education (IHE). This paper aims to analyze the sustainable practices already implemented by the University of Passo Fundo (UPF), located in the Southern Brazil, and then, points out the guidelines for a sustainable environmental management, involving academic activities and the campus infrastructure. The analysis and diagnosis has been produced through the application of a methodology embedded in PDCA cycle, in order to verify on which way UPF has been facing such subjects. The basis of the proposal is a survey on national and international benchmarks with good practices of environmental sustainability at university campus. Finally, are proposed some guidelines to review the environmental assessment process to following-up of the implementation of an own Environmental Management System. The research presents the conclusion that initiatives of sustainable principles have been adopted by several universities, but with an isolated approach, and the UPF the main problem is the absence of a consistent Environmental Policy that must concentrate these actions and efforts towards an effective EMS. Some actions are suggested to UPF for improved your EMS.

**Keywords:** *Sustainable university, Environmental management system, Environmental planning, Practices, PDCA.*

### Introduction

The sustainable development is the target of discussion among different departments of civil and governmental societies at present. Following this tendency, the Higher Education Institutions (HEI) are also adapting themselves to this new thought, which demands a special attention to these environmental issues.

This way, the universities can collaborate with this new world perception from two main streams: the first one, is regarding the spread of suitable environmental practices among their students – that will multiply this learning between the communities

Fransoso, M. A. L. et al. The energy and thermal performance of two university buildings in Southern Brazil with the aim of achieving environmental efficiency. En: *ERSCP-EMSU 2010, Delft, NL, October 25-29, 2010*. Delft, NL: TUDelft/The Hague University, 2010. ISBN 9789051550658. Disponible en: <<http://repository.tudelft.nl/view/conferencepapers/uuid%3Abcdd6e05-89d6-45e5-ab51-890e564d83f7/>>. [382\_Fransoso.pdf].

02/06/2015

The energy and thermal performance of two university buildings in Southern Brazil ... Conference Proceedings



... Conference Proceedings hosted by TU Delft

[Home](#) • [About](#) • [Disclaimer](#)

[Help and search tips](#)

## The energy and thermal performance of two university buildings in Southern Brazil with the aim of achieving environmental efficiency

### Attachments

382\_Fransoso.pdf (1.2 MB)

uuid:bcdd6e05-89d6-45e5-ab51-890e564d83f7

**Author:** Fransoso, M.A.L. · Brandil, L.L. · Couto, F.A. · Wilmer, P.D.

**Type:** Conference paper

**Date:** 2010-10-26

**Publisher/Organization:** Delft University of Technology; The Hague University of Applied Sciences; TNO

**Source:** Knowledge Collaboration & Learning for Sustainable Innovation: 14th European Roundtable on Sustainable Consumption and Production (ERSCP) conference and the 6th Environmental Management for Sustainable Universities (EMSU) conference, Delft, The Netherlands, October 25-29, 2010

**ISBN:** 9789051550658

**Keywords:** university building stock · energy efficiency · thermal comfort · eco-efficiency

**Rights:** (c) 2010 Fransoso, M.A.L.; Brandil, L.L.; Couto, F.A.; Wilmer, P.D.

### Abstract

This paper demonstrates the results of research concerning eco-efficiency at the University of Passo Fundo – Southern Brazil. Its objective is to identify the factors that affect energy consumption in buildings of Higher Education Institutions and to elaborate a methodology that can facilitate the evaluation of the degree of influence of each one with the aim of defining criteria in the following areas: improve the use of natural resources in the building stock and formulate guidelines for the inclusion of objectives which include environmental, energy and thermal comfort in the planning of new installations. For the energy performance analysis, the concepts of Energy Audit were adopted and applied to two buildings of the Engineering and Architecture School, representing the different typologies of UPF's Campus I. The static data (general characteristics of the buildings and indoor spaces, systems and installations), was analysed. The dynamic data was obtained by checking energy

<http://repository.tudelft.nl/view/conferencepapers/uuid%3Abcdd6e05-89d6-45e5-ab51-890e564d83f7/>

1/2

## IMPROVING THE ENVIRONMENTAL ASSESSMENT AT UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO - BRAZIL

Marcos A. L. Frandonoso<sup>†</sup>, Luciana L. Brandli<sup>\*\*</sup>, Felipe de B. Rodrigues<sup>\*\*\*</sup>, Vinicius Decarli Savi<sup>\*\*\*</sup>; Luciano O. de Oliveira<sup>\*\*\*</sup>

<sup>†</sup>Professor of Faculty of Engineering and Architecture, University of Passo Fundo, RS, Brazil, frandonoso@upf.br

<sup>\*\*</sup>Professor of Faculty of Engineering and Architecture, University of Passo Fundo, RS, Brazil, brandli@upf.br

<sup>\*\*\*</sup>Grant Holders of Architecture and Urbanism, University of Passo Fundo, RS, Brazil

**Key words:** *sustainable university, environmental management system, environmental planning*

### ABSTRACT

The environmental responsibility of Higher Education Institutions begins from the inclusion of sustainable principles, in order to improve the application of better practices of environmental management and insert them into the “eco-campus” conception, that is, those universities oriented in pedagogical and administrative terms to sustainability, including these principles in all of their activities related to education, research, community relationship and management. This paper aims to analyze the sustainable practices already implemented by the University of Passo Fundo - UPF, located in the southern Brazil, and then, points out the guidelines for a sustainable environmental management, involving academic activities and functioning of the campus infrastructure. Initially, a brief review of concepts related to the subject is presented, in special as regard to the implementation of environmental management tools. Then, in a next step the analysis of graduation and post-graduation courses about the process on “greening” the curriculum has been performed, otherwise the diagnosis has been produced through the application of a methodology embedded in PDCA principles dealing with concrete actions for the minimization of environmental impacts and for the reduction of natural resources uses, verifying on which way UPF has been facing such subjects on its daily practices. Finally, some guidelines to the continuity and/or review of the environmental assessment process and the follow-up of the implementation of an own Environmental Management System – EMS, have been proposed. In the same way, this methodology could have its reproducibility in other universities, in such a manner that its contexts of insertion and specific features be properly reviewed.

### 1 INTRODUCTION

The sustainable development is the target of discussion among different departments of civil and governmental societies at present. Following this tendency, the Higher Education Institutions (HEI) are also adapting themselves to this new thought, which demands a special attention to these environmental issues.

This way, the universities can collaborate with this new world perception from two main streams: the first one, is

Frاندولو, M. A. L.; Cuchi i Burgos, A.; López Plazas, F. La inserción y la integración de los criterios ambientales en los edificios de la UPC: la introducción del uso como factor determinante del consumo de recursos energéticos En: *ICSMM 2006. International Conference on Sustainability Measurement and Modelling*, 1, Terrassa - España, 16-17 Nov. 2006. Barcelona: CIMNE, 2006. ISBN 84-96736-36-7.

I International Conference on Sustainability Measurement and Modelling  
ICSMM 06  
E. Carrara, J.J. de Felipe, B. Suarez, N. Tollin (Eds)  
© CIMNE, Barcelona, 2006

## LA INSERCIÓN Y LA INTEGRACIÓN DE LOS CRITERIOS AMBIENTALES EN LOS EDIFICIOS DE LA UPC: LA INTRODUCCIÓN DEL USO COMO FACTOR DETERMINANTE DEL CONSUMO DE RECURSOS ENERGÉTICOS.

Marcos Antonio Leite Frاندولو<sup>\*</sup>, Albert Cuchi i Burgos<sup>2</sup> y Fabian López Plazas<sup>3</sup>

<sup>\*</sup> Departamento de Construcciones Arquitectónicas I  
Universitat Politècnica de Catalunya  
ETSAB, Avinguda Diagonal, 649 7ª planta, 08028 Barcelona, España  
Email: frاندولو@upf.br

<sup>2</sup> Departamento de Construcciones Arquitectónicas I, Universitat Politècnica de Catalunya, ETSAB,  
C/ Pere Serra, 1-15 (3a planta) 08190 - Sant Cugat del Vallès, España  
Email: Alberto.Cuchi@upc.edu

<sup>3</sup> Societat Orgànica – Barcelona, España  
Email: flopez@societatorganica.com  
Web page: <http://www.societatorganica.com>

**Palabras llaves:** Eficiencia energética, consumo de energía, edificios universitarios.

**Resumen.** *El presente trabajo tiene como referencia la actuación continuada de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) sobre la calidad ambiental de sus edificios, desarrollada en los últimos 10 años dentro del marco de la planificación estratégica que suponen los planes de medio ambiente de la universidad, y que definen como uno de sus objetivos prioritarios el control de los recursos precisos y el impacto ambiental asociado a su disponibilidad para el funcionamiento ordinario de la institución.*

*La primera parte del estudio es un análisis de los programas ambientales de la UPC, que han sido desarrollados con el objetivo de definir las directrices para la construcción de nuevos edificios y para la gestión de los recursos energéticos que se consumen en ellos. En este análisis se relata la evolución de las actuaciones propuestas en el Plan Ambiental para la construcción del Campus del Baix Llobregat y las aplicadas en los edificios de la Escola Politècnica Superior de Castelldefels y de la Escola d'Agricultura de Barcelona.*

*En la segunda parte, a partir de la evaluación energética realizada sobre algunos edificios existentes, se identifican y caracterizan los factores que tienen incidencia en el consumo de recursos energéticos en los edificios: la demanda energética, el rendimiento de las instalaciones, y el uso y la gestión. Basado en el concepto de la integración de estos tres factores, han sido evaluados edificios representativos de las tipologías existentes en el parque construido de la UPC, caracterizadas por el uso, la construcción y la ubicación.*

*De esta evaluación se pretenden obtener la formulación de criterios y estrategias de intervención para definir políticas y objetivos al nivel de Universidad, que permitan alcanzar los patrones de eficiencia que son el objetivo último de las políticas ambientales de la UPC en ese campo.*

Frاندوسو, M. A. L.; Cuchi Burgos, A. A methodology to improve (and/or include) energy efficiency on universities centres. En: *SB05 Tokyo Student Session: building a sustainable future*, Tokyo, 23-29 Sept 2005. Tokyo: SB05Tokyo National Conference Board. [Consulta: 17 Dec 2012]. Sustainable Building Design Book, p. 84-85. Disponible en: <[http://www.sb05ss.iis.u-tokyo.ac.jp/images/Design\\_Book/a-1\\_SBDB.pdf](http://www.sb05ss.iis.u-tokyo.ac.jp/images/Design_Book/a-1_SBDB.pdf)>.

Frاندوسو, M. A. L.; Cuchi Burgos, A. Environmental issues on universities campi and its urban context: some approaches to South Brazilian region. En: *SB05 Tokyo Action for Sustainability, The 2005 World Sustainable Building Conference*, Tokyo, 24-29 Sept 2005, p. 3356-3361. Tokyo: SB05Tokyo National Conference Board. [Consulta: 17 Dec 2012]. Disponible en: <<http://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB4100.pdf>>.

## ENVIRONMENTAL ISSUES ON UNIVERSITIES CAMPI AND ITS URBAN CONTEXTS: SOME APPROACHES TO SOUTH BRAZILIAN REGION

Marcos Antonio Leite FRANDOSO M.Sc. Arch.<sup>1</sup>  
Albert CUCHI BURGOS Ph.D. Arch.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Engineering and Architecture, University of Passo Fundo (UPF), Brazil, Campus Universitário, Bairro São José, 99001-970, Passo Fundo, RS, Brazil; Ph.D Student Department of Architectural

Construction, Polytechnic University of Catalonia (UPC), Barcelona, Spain, [frandoso@upf.br](mailto:frandoso@upf.br)  
<sup>2</sup>School of Architecture of Vallès, Polytechnic University of Catalonia (UPC), Sant Cugat del Vallès, C/ Pere Serra, 1-15, 08190, Sant Cugat del Vallès, Barcelona, Spain, [albert.cuchi@ca1.upc.es](mailto:albert.cuchi@ca1.upc.es)

Keywords: university planning, environmental plans, energy consumption, energy audit.

### Abstract

This paper analyses how universities *campi* interfere on urban context, not only on its surroundings, but even on the whole city where they are placed. Thus the *multicampi* structure of University of Passo Fundo, in southern Brazil, is compared to some other *campi* that have some similarities or can contribute to some new approaches to an assessment of the reference case.

In the last 20 years some Brazilian cities have been receiving a consolidation or an expansion of the existing universities or some new specialized urban districts; however, the planning criteria is not well defined or does not exist. The result of these procedures is a gap between the cities and those new urban equipments.

The paper looks into the definition of benchmarks adapted to the local context - environmental, social-cultural and economic - in order to prevent and minimise those problems, such as traffic and mobility, urbanization of rural areas, soil-water-air emissions, energy consumption, waste and grey water destinations, for example.

The second part of this study focuses on energy consumption of buildings, by comparing the energy audit adopted at Polytechnic University of Catalonia to the programmes of energy control adopted at some Brazilian universities.

The paper shows the different approaches of Brazilian and Spanish architects when facing the design of buildings and urban areas in order to include the sustainable criteria.

This comparison and cases studies can help to develop a proper methodology to face the problems aforementioned at the UPF *campi*, including the sustainable assessment to define a Master Plan of concrete actions.

### 1. Introduction

This paper is a partial result of a research being developed on the Architecture and Energy Ph.D. programme of Polytechnic University of Catalonia (UPC), Barcelona. The research deals with the energy consumption at universities centres and the energy audit methods to achieve the efficiency and sustainability of their buildings.

The general objective of this study is to propose a methodology to include sustainable issues at Brazilians universities Master Plans in all aspects: since the evaluation of its *campi* and buildings by a sustainable assessment, the application of a defined criteria to action until, finally, the inclusion of the whole university community, so as to reinforce their environmental responsibility by its knowledge and professional practice, following the principles of the UNESCO Decade of Sustainable Education for 2005-2014.

First of all, it is important to present the object study and reference for a future application: the University of Passo Fundo (UPF). UPF is located in the medium-sized city of Passo Fundo (about 170 thousand inhabitants) in the southern Brazil, as shown in Figure 1.

UPF is a *multicampi* university, i.e., it has a regional structure formed by 6 *campi* around Passo Fundo. The main campus occupies an area of 341 ha (Figure 2); in 2003 the built area was 93 290,87 m<sup>2</sup> receiving a population of 17 603 students and 2 078 teachers and staff.

The climate conditions in Passo Fundo indicates a warm summer (112 cooling DD, base 23°C) and cold winter (857 heating DD, base 18°C), proper to adopt passive solar strategies to cooling and heating. The application of Givoni's building bioclimatic chart (BBCC) shows: during 29,1% of the year there are comfortable conditions, while cold in 57,5% and hot in 13,4% (Cunha; Frاندوسو and Mascaró, 2003).



Frndoloso, M. A. L.; Brandli, L. L.; Rodrigues, F. de B.; Tauchen Joel. Avaliação das práticas de sustentabilidade na Universidade de Passo Fundo – RS: diretrizes para a continuidade do processo. En: *Actas del XIII Seminario Asociación de Investigadores y Estudiantes Brasileños en Catalunya - APEC*, Barcelona, 15 y 16 mayo 2008. p. 241-250. ISBN 978-84-612-3808-8. Disponible en:<<http://www.apecbcn.org/seminarios/Seminario2008.pdf>>.

Frndoloso, M. A. L. A gestão dos recursos naturais nas Instituições de Ensino Superior (IES): análise da Universidade de Passo Fundo – Brasil - visando a eficiência ambiental. En: *Actas del XII Seminario APEC*, Barcelona, 17 y 18 de mayo 2007. p. 239-248. ISBN 978-84-611-6984-9. Disponible en: <<http://www.apecbcn.org/seminarios/Seminario.htm>>.

Frndoloso, M. A. L. El planeamiento ambiental y la auditoria energética aplicados al parque construído de la Universitat Politècnica de Catalunya. En: *Actas del XI Seminario APEC: inmigración y territorio*, Barcelona, 18-19 mayo 2006, p. 214-224. Barcelona: APEC, 2006. ISBN 84-611-0530-0. [Consulta: 17 Dec. 2012]. Disponible en:<[http://www.apecbcn.org/seminarios/Seminario\\_2006.pdf](http://www.apecbcn.org/seminarios/Seminario_2006.pdf)>.

Frndoloso, M. A. L.; Cuchi Burgos, A. Environmental and energetic issues on universities campi design: some Brazilian and Spanish experiences. En: *Actas del X Seminario APEC: 10 años de saber y memoria*, Barcelona, 18-19 mayo 2005, p. 269-276. Barcelona: APEC, 2005. ISBN 84-609-5324-6. [Consulta: 17 Dec. 2012]. Disponible en:<[http://www.apecbcn.org/seminarios/Seminario\\_2005.pdf](http://www.apecbcn.org/seminarios/Seminario_2005.pdf)>.