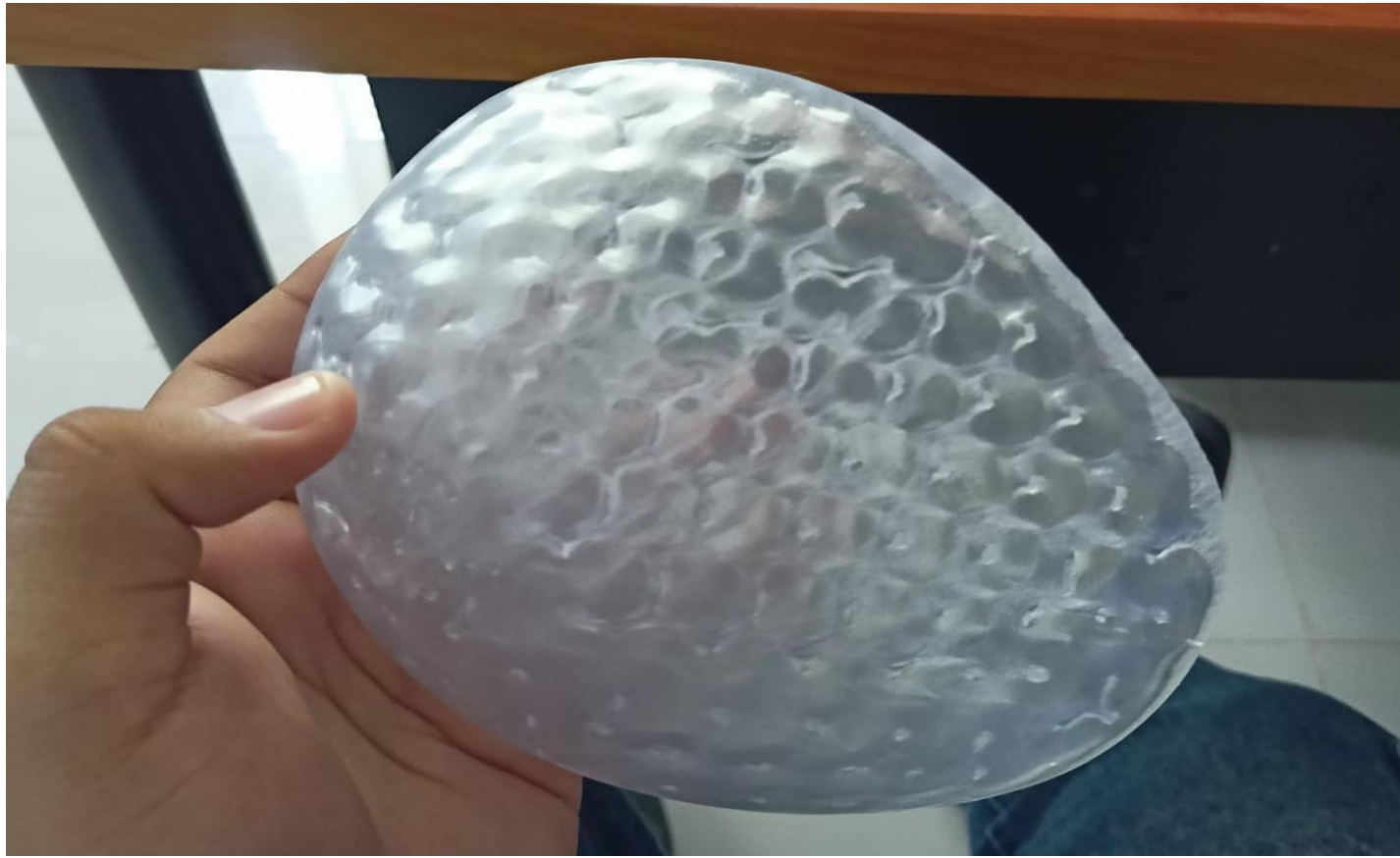


Desarrollo de un modelo matemático que determine el espesor de pared para diseño de prótesis mamarias externas

PROBLEMA

El Proyecto Zule® (ESPOL, FIMCP) busca desarrollar prótesis mamarias externas que reproduzcan con precisión la forma y el peso del seno natural, reduciendo molestias y desviaciones posturales. Actualmente, el espesor de pared se define de manera empírica, lo que genera prótesis muy delgadas (frágiles y deformables) o demasiado gruesas (pesadas e incómodas). Esto evidencia la ausencia de un criterio teórico que optimice el diseño. Por lo tanto, se requiere un modelo matemático que relacione geometría y propiedades del material con el espesor óptimo, permitiendo fabricar prótesis personalizadas que combinen resistencia, ligereza y confort.

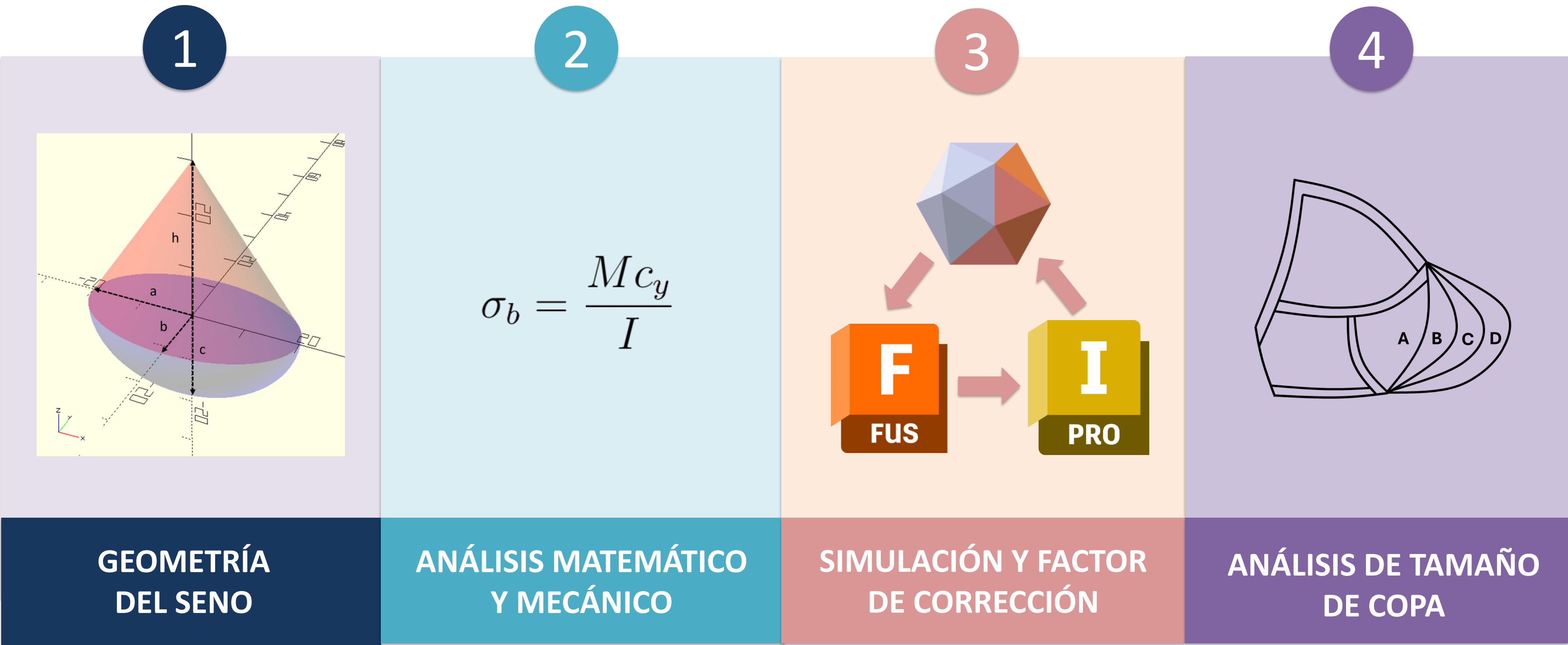


OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un modelo matemático para calcular el espesor de pared en prótesis mamarias externas, relacionando las dimensiones geométricas y las propiedades mecánicas del material, ofreciendo personalización y equilibrio entre resistencia mecánica, ligereza y confort.



METODOLOGÍA



RESULTADOS

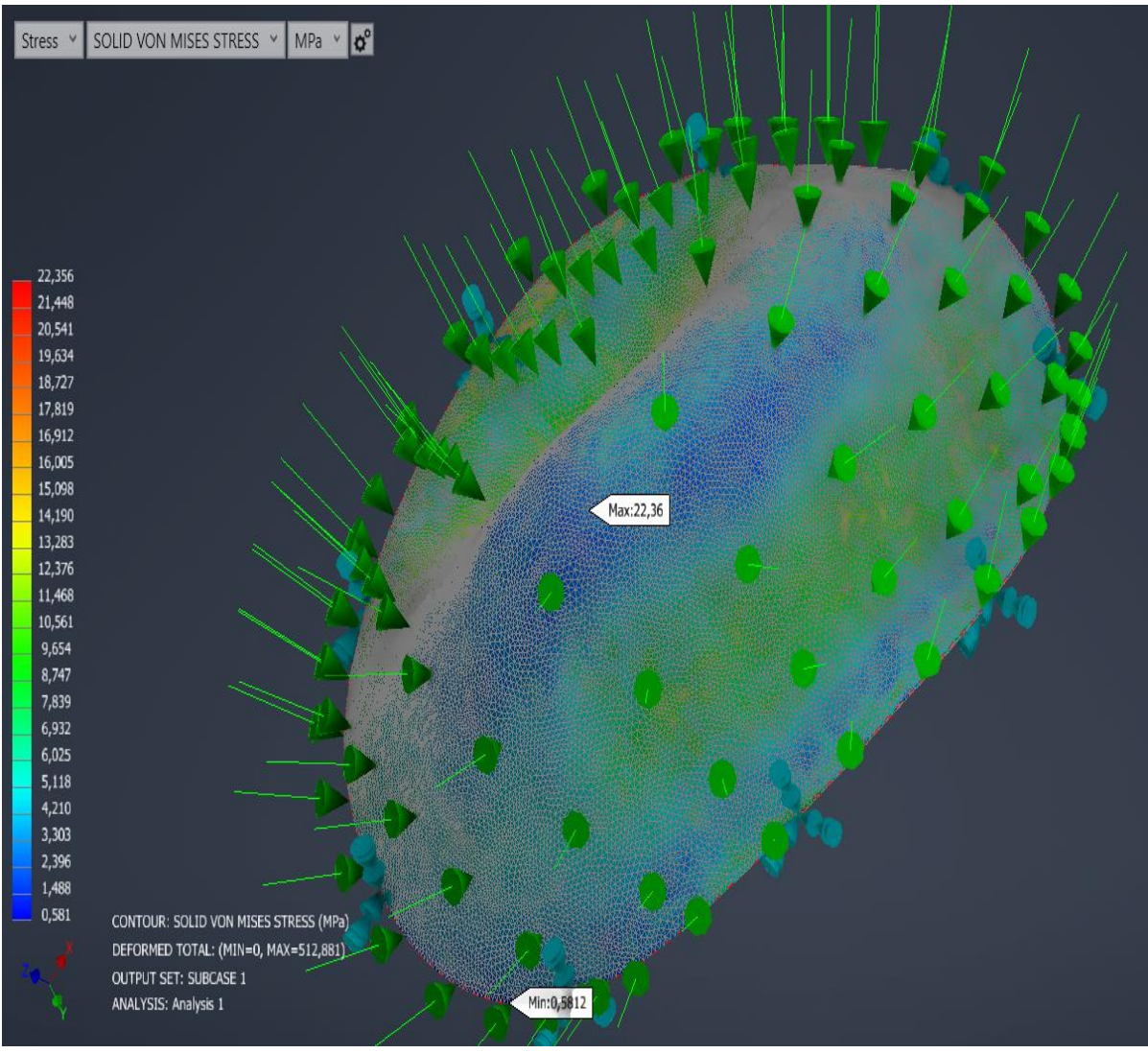
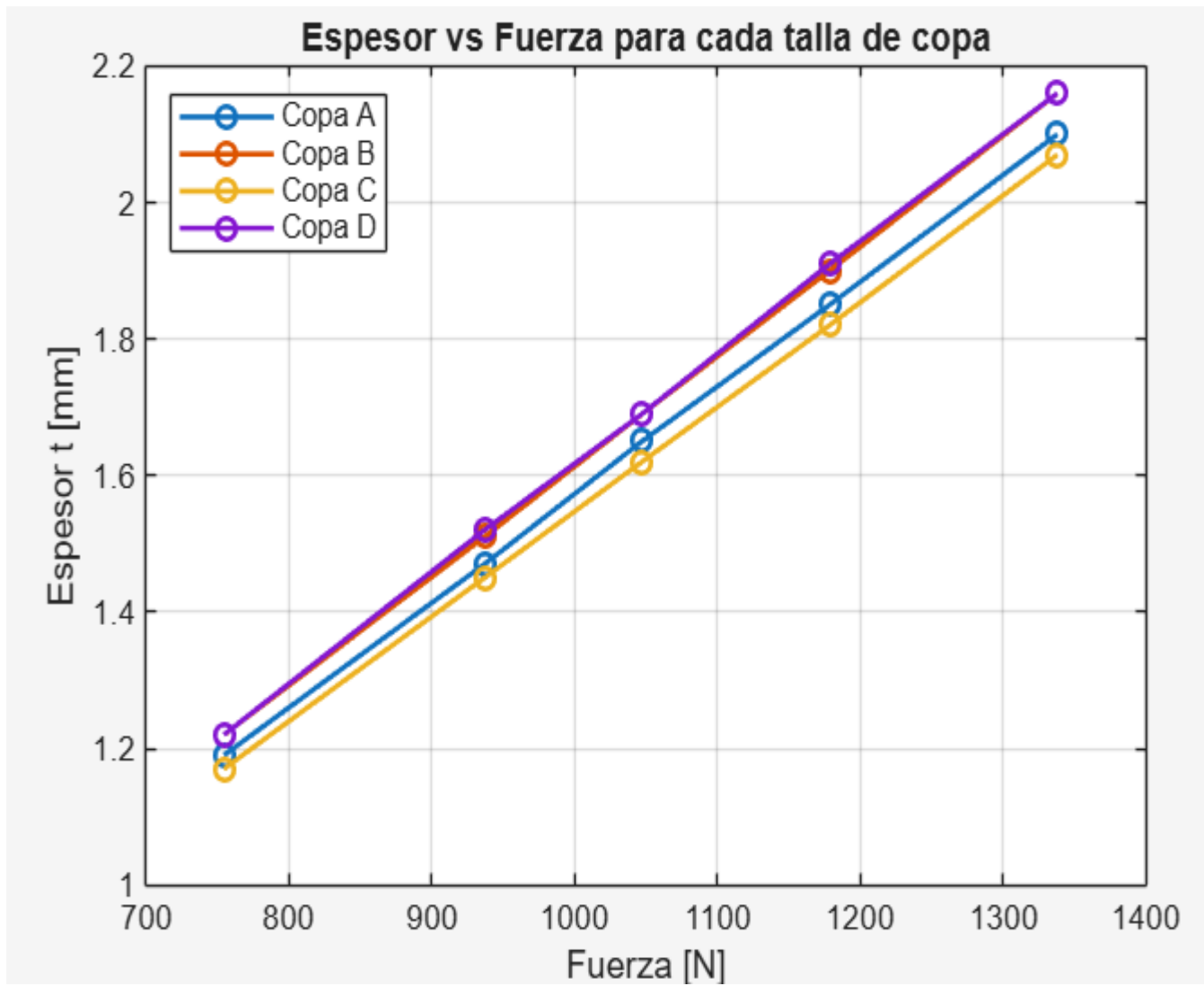
$$t = \frac{1}{n} \frac{16F}{4\pi^3 \sigma_b} K_1 K_2$$

$$K_1 = \left| \frac{\pi(2h^2 - a^2 - b^2)}{\sqrt{2h^2 + a^2 + b^2}} - \frac{4(b^2 - c^2)}{\sqrt{b^2 + c^2}} \right|$$

$$K_2 = \frac{(\pi - 2)(2h + \pi c)}{b \sqrt{a^2 + b^2} (4h + 3\pi c)}$$

$$n(b, c) = \begin{cases} 0,272, & \text{si } b < c \\ 0,060, & \text{si } b \geq c \end{cases}$$

F ₁ [N]	Talla A		Talla B		Talla C		Talla D	
	t [mm]	%error	t [mm]	%error	t [mm]	%error	t [mm]	%error
754,51	1,19	18,57 %	1,22	21,86 %	1,17	16,54 %	1,22	22,03 %
936,89	1,47	17,78 %	1,51	21,06 %	1,45	15,77 %	1,52	21,22 %
1047,12	1,65	9,70 %	1,69	12,75 %	1,62	7,83 %	1,69	12,90 %
1178,45	1,85	5,82 %	1,90	8,76 %	1,82	4,02 %	1,91	8,91 %
1337,97	2,10	5,01 %	2,16	8,05 %	2,07	3,33 %	2,16	8,20 %



CONCLUSIONES

Se obtuvo un modelo matemático que predice con un error de entre 3,33% a 22,03% (mitigado gracias a dos factor de corrección experimental) el espesor de pared para cada talla de copa desde la A hasta la D. Además, gracias al modelo matemático se puede reducir costos de producción al requerir de menos material de impresión. Este proyecto aún con las limitaciones presentes, da pie a estudios más especializados que optimicen el modelo al considerar irregularidades y asimetrías presentes en los escaneos tridimensionales.

REFERENCIAS

- Zhao, Y., Wu, C., Luh, D., & Zhang, X. (2024). A Novel Breast-Volume Self-MeasurementMethod with Improved Convenient and Accuracy. Applied Sciences, 14(21),10071. <https://doi.org/10.3390/app142110071>
- Budynas, R. G., Nisbett, J. K., et al. (2011). Shigley’s mechanical engineering design(Vol. 9). McGraw-Hill New York.
- Coltman, C. E., Brisbane, B. R., Molloy, R. H., & Steele, J. R. (2022). Effect of torso andbreast characteristics on the perceived fit of body armour systems among femalesoldiers: Implications for body armour sizing and design. Frontiers in Sports andActive Living, 4, 821210.