

INCIDENCIA DE LA OSTEOPOROSIS EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE MURCIA: FACTORES DE RIESGO Y MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA

García Córdoba, José A.

Departamento de Métodos Cuantitativos e Informáticos
Universidad Politécnica de Cartagena
correo-e: josea.garcia@upct.es

López Hernández, Fernando A.

Departamento de Métodos Cuantitativos e Informáticos
Universidad Politécnica de Cartagena
correo-e: fernando.lopez@upct.es

Ruiz Marín, Manuel.

Departamento de Métodos Cuantitativos e Informáticos
Universidad Politécnica de Cartagena
correo-e: manuel.ruiz@upct.es

Resumen

En este trabajo se estudian los efectos en la Comunidad de Murcia de factores de riesgo con incidencia reconocida a nivel internacional en el desarrollo de la osteoporosis. El estudio se ha realizado analizando los datos de aproximadamente 5.000 encuestas sobre osteoporosis realizadas en la 1ª Campaña Regional de Osteoporosis. Finaliza el trabajo con un modelo de regresión logística predictivo del posible desarrollo de la enfermedad.

Palabras clave: Osteoporosis, riesgo, regresión logística.

Area temática: Métodos Cuantitativos.

1.- Introducción.

En este trabajo se analizan los datos correspondientes a la encuesta realizada por el Colegio Oficial de Farmacéuticos de la Región de Murcia (COFRM) sobre la osteoporosis en distintas localidades de la región. La campaña se llevó a cabo en colaboración con los Ilmos. Ayuntamientos, durante el mes de Marzo del 2004. El cuestionario fue suministrado por la Fundación Hispana de Osteoporosis y Enfermedades Metabólicas Óseas (FHOEMO).

La encuesta se ha desarrollado entre mujeres adultas de diferentes localidades, a las que se ha realizado densitometría ósea, evaluando T-score y Z-score con control de peso y edad, y a las que se han efectuado 17 preguntas: Las cuatro primeras se corresponden con criterios mayores de factores de riesgo para fractura osteoporótica (menopausia precoz, extirpación de ovarios antes de los 50 años, rotura del algún hueso, tratamiento vía oral con cortisona durante más de seis meses). Las cuatro siguientes se corresponden con criterios menores de factores de riesgo para mujeres postmenopáusicas (peso inferior a 55 kilogramos, familiares con osteoporosis, más de 10 años de menopausia, amenorrea más de un año). Las preguntas 9 a 15 se refieren a criterios menores indistintos para varones y mujeres (dieta pobre en calcio, consumo habitual de bebidas alcohólicas, consumo de cigarrillos superior a 10 unidades, vida sedentaria o escaso ejercicio físico, facilidad para las caídas, problemas de visión a pesar de usar lentes, rasgos de demencia). Finalmente se ha consultado a las encuestadas acerca de la realización de densitometrías previas y del consumo de algún tipo de medicación.

El objetivo que se persigue con este trabajo es constatar y contrastar la importancia de los factores de riesgo reconocidos internacionalmente, las posibles diferencias entre localidades y la determinación de modelos econométricos que permitan identificar o pronosticar la incidencia de la enfermedad en función de los factores de riesgo convenientemente ponderados.

Para conseguir este objetivo, el estudio que se presenta ha quedado estructurado en las siguientes secciones: En la segunda sección se analiza la incidencia de la enfermedad en la población muestreada atendiendo a los distintos estratos en que se ha dividido la muestra, realizándose la estimación del porcentaje de individuos afectados

en toda la región. En la tercera sección se analizan los factores de riesgo de manera individualizada, cuantificando el incremento de la probabilidad de padecer la enfermedad según los distintos factores que aparecen como significativos. Finalmente, en la última sección se establece un modelo de regresión logística para el pronóstico de la enfermedad.

El trabajo concluye presentando un compendio de las conclusiones más importantes que se obtienen de este análisis estadístico de la encuesta.

***Nota:** La osteoporosis (OP) se define como una enfermedad generalizada del sistema esquelético caracterizada por la pérdida de masa ósea y por el deterioro de la microarquitectura del tejido óseo, que compromete la resistencia ósea y que condiciona como consecuencia una mayor fragilidad ósea y una mayor susceptibilidad a las fracturas. Es una definición propuesta por el National Institute of Health (NIH) que, actualiza a la previamente establecida por consenso en 1993 en Hong-Kong.*

La densidad de masa ósea (DMO) se expresa en gramos de mineral por unidad de superficie (cm^2). La DMO puede estimarse por una amplia variedad de técnicas, entre las que se considera a la DEXA (Dual energy x-ray absorciometry) como patrón oro.

En 1994, la OMS estableció las categorías o criterios diagnósticos de la OP sobre la base de criterios epidemiológicos que tienen en cuenta la evolución de los valores de la masa ósea con la edad (evaluados con densitometría ósea como densidad mineral ósea) y la prevalencia e incidencia de las fracturas osteoporóticas en mujeres posmenopáusicas de raza blanca. Así, se definen cinco categorías:

- **Normal:** cuando la DMO es superior a -1 DE en la escala T. (Cifra de densidad mineral ósea que no se desvíen más de 1 SD de la cifra media de un adulto joven (20-40 años, pico de masa ósea).
- **Osteopenia:** cuando la DMO se sitúa entre -1 y $-2,5$ DE en la escala T. Cifras de densidad mineral ósea entre 1 y 2.5 desviaciones estándar por debajo del pico de masa ósea del adulto joven.
- **Osteoporosis:** cuando la DMO es inferior a $-2,5$ DE en la escala T. Cifras de densidad mineral ósea por debajo de 2.5 desviaciones estándar con respecto al pico de masa ósea del adulto joven.

- **Osteoporosis grave o establecida:** cuando al criterio de osteoporosis se añade la presencia de fracturas.
- **Osteoporosis severa:** T-score entre -3.5 y -4.5.

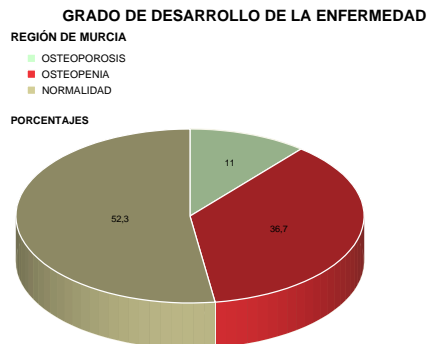
La escala T toma como referencia la DMO de la población joven cuando se alcanza el pico máximo de masa ósea.

La puntuación en la escala Z relaciona los valores de DMO del sujeto con los correspondientes a su mismo grupo de edad y sexo. El valor Z cobra un especial interés a la hora de establecer criterios terapéuticos, sobre todo en edades avanzadas.

2.- Incidencia Osteoporosis en la Región de Murcia.

2.1. Resultados Generales.

Los resultados correspondientes a la incidencia de la enfermedad en porcentaje para la muestra, una vez eliminadas las observaciones correspondientes a los hombres, se presentan en la siguiente tabla:



GRADO DE DESARROLLO DE LA ENFERMEDAD

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	NORMALIDAD	2663	52.2%	52.3%
	OSTEOPENIA	1868	36.6%	89.0%
	OSTEOPOROSIS	561	11.0%	100.0%
	Total	5092	99.7%	100.0%
Perdidos	Sistema	13	.3%	
Total		5105	100.0%	

Del total de elementos muestreados, el 52% están encuadrados dentro de la normalidad, un 36,6% un grado intermedio mientras que el 11,0% presentan la enfermedad.

Con objeto de extrapolar los resultados de la muestra al resto de la población es posible construir los correspondientes intervalos de confianza para una proporción utilizando la siguiente expresión:

$$\left(\hat{p} - z_{\alpha/2} \sqrt{\hat{p}(1-\hat{p})/n}, \hat{p} + z_{\alpha/2} \sqrt{\hat{p}(1-\hat{p})/n} \right) \quad (1)$$

Donde \hat{p} es la proporción muestral en la que está presente la característica de interés, n el número de observaciones encontradas con esta característica y $z_{\alpha/2}$ es un valor obtenido de la ecuación $P(Z > z_{\alpha/2}) = \alpha/2$ donde la variable Z tiene una distribución Normal Standard y α es el correspondiente nivel de significación.

Dado el elevado tamaño muestral el error que se comete al estimar el porcentaje de individuos normales es como máximo de 1,37 puntos porcentuales con una fiabilidad del 95%. Por tanto, podemos afirmar con una fiabilidad del 95% que el número de mujeres no afectadas por la enfermedad está comprendido entre el 50,83% y el 53,37%.

En cuanto al porcentaje de mujeres con osteoporosis observado es del 11% del total de la población. Realizando la correspondiente extrapolación podemos afirmar que este porcentaje estará comprendido entre el 10,14% y el 11,86% para el total de la población femenina de la región de Murcia, cometiendo un error máximo en la estimación de 0,86 puntos porcentuales.

Comparativamente con otras provincias se pueden observar los siguientes datos:

Provincia	N	Osteoporosis	Osteopenia	Normalidad
Albacete	1050	17.60%	21.10%	61.30%
Alicante	5570	19.36%	33.80%	46.84%
Asturias	3305	24.90%	31.21%	43.89%
Baleares	456	24.50%	27.30%	48.20%
Barcelona	877	17.10%	23.20%	59.70%
Córdoba	1384	20.20%	23.60%	56.20%
Cuenca	652	15.20%	19.60%	65.20%
Huelva	622	17.10%	22.60%	60.30%
La Rioja	1524	18.70%	26.12%	55.18%
Madrid	9296	21.70%	25.86%	52.43%
Sevilla	920	32.70%	30.30%	37.00%
Soria	1985	19.20%	22.70%	58.10%
Toledo	280	29.00%	32.00%	39.00%
Valladolid	1640	24.70%	27.90%	47.40%
TOTAL	29561	21.32%	27.53%	51.15%
Murcia	5526	14.38%	33.96%	51.59%

2.2.- Conclusiones.

A modo de resumen resaltamos en este apartado las conclusiones mas relevantes que se han obtenido de este estudio estadístico:

a. El tamaño de la muestra es elevado y permite extrapolar resultados con pequeños errores al total de la población femenina de la Región de Murcia. No obstante los resultados deben tratarse con cierto cuidado debido al probable sesgo de la muestra atendiendo a la forma en que se seleccionó la muestra. En cualquier caso no consideramos que este hecho produzca importantes distorsiones en los resultados obtenidos. Así, destacamos que el porcentaje de mujeres afectadas por osteoporosis en la Región está comprendido entre el 10% y el 12% con una fiabilidad del 95%. Como cabía esperar, la incidencia es desigual dependiendo de la edad de la mujer, de tal forma que en mujeres con menos de 45 años, la incidencia es prácticamente nula, entre un 8% y un 14% en mujeres entre los 45 y 70 años y entre un 27% y un 41% en mujeres mayores de 70 años. Los resultados obtenidos parecen estar en cierta consonancia con los resultados de otros estudios realizados a nivel nacional.

b. Existe un comportamiento diferencial en cuanto al valor de Z-score entre municipios, y es posible diferenciar dos grupos. El primero de ellos, con un mayor valor de Z-score encabezado por Cartagena y Molina del Segura, el segundo con los valores de Z-score mas pequeños, encabezado por Mazarrón y Fortuna.

c. En cuanto a la incidencia de la enfermedad en los distintos municipios de la Región de Murcia en los que se ha llevado a cabo la campaña, atendiendo a su grado (Normalidad/Osteopenia/Osteoporosis) también aparecen estas diferencias entre municipios.

i. Las diferencias son leves aunque significativas en el caso de Normalidad.

Detectamos así dos grupos de

1. **Menor incidencia:** Mazarrón, Fortuna.

2. **Mayor incidencia:** Alcantarilla, Cartagena, Molina del Segura, Puerto Lumbreras y San Javier.

ii. No se han encontrado diferencias significativas en cuanto a la incidencia de osteoporosis en las poblaciones femeninas entre los distintos municipios en los que se ha realizado la campaña.

d. En cuanto al estudio comparado con el resto de las provincias en las que se ha realizado la campaña, no se puede hablar de diferencia en cuanto al porcentaje de

mujeres sin incidencia. Ahora bien, el porcentaje de mujeres con osteoporosis es significativamente mas bajo en la Región de Murcia que en el resto de las provincias analizadas, aunque el porcentaje de osteopenia es significativamente superior.

3.- Factores De Riesgo En La Osteoporosis.

En esta sección se han analizado de manera individualizada los factores de riesgo en la osteoporosis, señalando, si existen, diferencias entre las localidades estudiadas e indagando la existencia de terceros factores que pudieran determinar el riesgo de un factor.

Se ha estudiado en primer lugar la asociación de las variables calificación del individuo y todas las consideradas como factor del riesgo, utilizando para ello el estadístico chi-cuadrado (se considera que existe asociación si el nivel crítico de significación es inferior a 0,05). Una vez determinada la posible asociación, se ha utilizado el coeficiente de contingencia para medir la fuerza de la interacción.

3.1.1.- Conclusiones.

Aunque todos los factores analizados tienen una reconocida relación con el desarrollo de la osteoporosis, los datos objeto de estudio no permiten extraer dicha conclusión en varios de los citados factores. Ello no significa que dicha relación no se produzca pudiendo achacarse a dos tipos de circunstancias:

- a) Frecuencias observadas insuficientes para llevar a cabo tests estadísticos rigurosos y concluyentes.
- b) Preguntas inconcretas o genéricas que pueden determinar respuestas arbitrarias o subjetivas, y preguntas que con el planteamiento realizado pueden determinar una autocalificación negativa del encuestado por lo que su respuesta puede dirigirse a evitar dicha calificación.

En cualquier caso podemos extraer las siguientes conclusiones:

Podemos hablar de asociación estadísticamente significativa entre el desarrollo de la enfermedad y la presencia de los siguientes factores:

- * Menopausia Precoz.
- * Extirpación de ovarios antes de los 50 años.
- * Rotura anterior de algún hueso.
- * Peso inferior a 55 Kgs.
- * Más de 10 años de menopausia.
- * Dieta pobre en calcio.
- * Vida sedentaria o poco ejercicio físico.
- * Facilidad para la caída.
- * Problemas de visión a pesar de usar lentes.
- * Densitometrías previas.
- * Ingestión de algún tipo de medicación.

Esta asociación es particularmente relevante en los factores “más de 10 años de menopausia”, “Rotura anterior de algún hueso” y “menopausia precoz”. El “peso inferior a 55 Kgs.” muestra también fortaleza relevante entre los individuos con más de un criterio mayor o más de dos criterios menores, la “dieta pobre en calcio” en individuos con índice de masa corporal entre los percentiles 25 y 50, la “facilidad para la caída” en individuos con índice de masa corporal por debajo del percentil 50 y las “densitometrías previas” en individuos con índice de masa corporal por debajo del percentil 25.

3.2.- Índices De Riesgo.

Vamos a estudiar índices de riesgo de una serie de factores en relación con la aparición de osteoporosis. Vamos a determinar índices de riesgo para la Cohorte Normalidad (a partir de ahora Normal = sin Osteoporosis/Osteopenia) y para la Cohorte osteoporosis/osteopenia.

Para la Cohorte Normalidad este *índice de riesgo* del factor F se calcula como:

$$\frac{EP(\text{Normalidad/NO ocurrencia del factor F})}{E P(\text{Normalidad/Ocurrencia del factor F})}$$

Análogamente para la cohorte Osteoporosis/osteopenia tenemos:

$$\frac{P(\text{Osteoporosis-Osteopenia/NO ocurrencia del factor F})}{P(\text{Osteoporosis-Osteopenia/Ocurrencia del factor F})}$$

Asimismo se estudiará la *razón de las ventajas* que se define como el cociente de los índices de riesgo obtenidos para cada una de las dos cohortes, es decir:

$$\frac{\frac{P(\text{Normalidad/NO ocurrencia del factor F})}{P(\text{Osteoporosis-Osteopenia/NO ocurrencia del factor F})}}{\frac{P(\text{Normalidad/Ocurrencia del factor F})}{P(\text{Osteoporosis-Osteopenia/Ocurrencia del factor F})}}$$

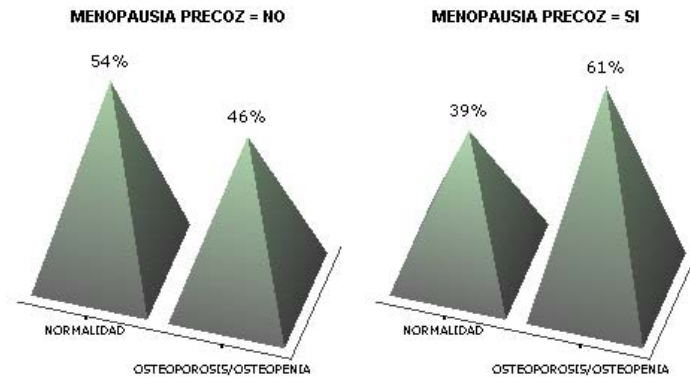
Recuérdese que la ventaja de un suceso A es el cociente $P(A)/P(A^c)$, es decir indica en que proporción aumenta la probabilidad del suceso A frente a la de su complementario. Por tanto la razón de las ventajas nos indica el aumento o disminución de la ventaja del suceso Normalidad bajo la NO ocurrencia del factor F frente a la ventaja del suceso Normalidad bajo la ocurrencia del factor F.

También estimaremos intervalos de confianza para los índices de riesgo y la razón de las ventajas, siendo sólo significativos aquellos índices cuyo intervalo de confianza no contenga al 1.

Sólo se han incluido aquellas variables cuyos índices de riesgo eran significativos quedándose por esta razón, fuera del análisis, variables que aunque han sido consideradas internacionalmente como factores de riesgo, o bien por falta de observaciones de sujetos con ocurrencia del factor, o bien porque por la no significatividad de los índices, no han supuesto ser factor de riesgo en la población analizada.

3.2.1.- Menopausia Precoz.

En el siguiente gráfico aparecen los porcentajes de sujetos que padecen osteoporosis/osteopenia frente a los que no la padecen (Normales) tanto para los sujetos que presentan menopausia precoz (derecha) como para aquellos que no la presentan (izquierda).



Para este factor la probabilidad de que un sujeto padezca osteoporosis-osteopenia aumenta un 32,8% para aquellos sujetos que padecen de menopausia precoz frente a aquellos que no la padecen.

Asimismo la razón de las ventajas es de 1,838, es decir la ventaja de Normalidad para aquellos sujetos que no padecen menopausia precoz es 1,835 veces mas grande que la ventaja del suceso Normalidad para aquellos sujetos que si padecen menopausia precoz. Esta información queda resumida en la siguiente tabla

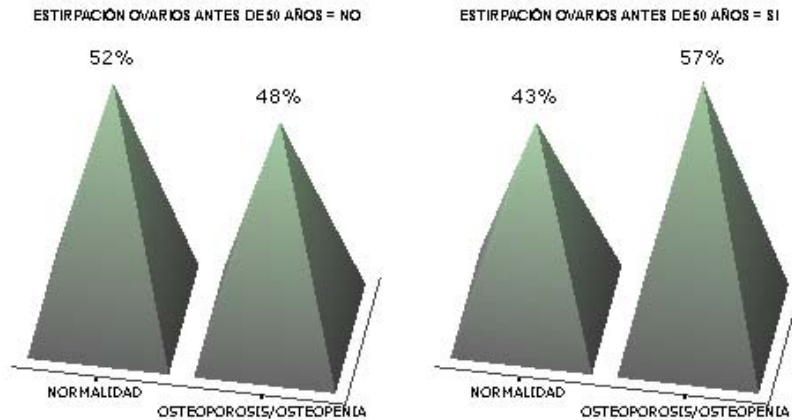
Estimación de riesgo

	Valor	Intervalo de confianza al 95%	
		Inferior	Superior
Razón de las ventajas para MENOPAUSIA PRECOZ (NO / SI)	1.838	1.581	2.135
Para la cohorte OSTEOPOROSIS (SI/NO) = NORMALIDAD	1.385	1.268	1.512
Para la cohorte OSTEOPOROSIS (SI/NO) = OSTEOPOROSIS/OSTEOPENIA	.753	.707	.803
N de casos válidos	4669		

Además estos índices de riesgo solo son significativos para el rango de edad comprendido entre los 45 y los 70 años

3.2.2.- Estirpación De Ovarios.

En el siguiente gráfico aparecen los porcentajes de sujetos que padecen osteoporosis/osteopenia frente a los que no la padecen (Normales) tanto para los sujetos para los que se les han extirpado los ovarios (derecha) como para aquellos a los que (izquierda).



Para este factor la probabilidad de que un sujeto padezca osteoporosis-osteopenia aumenta un 37,5% para aquellos sujetos con extirpación de ovarios frente a aquellos que no les han sido extirpados.

La razón de las ventajas es de 1,425, es decir la ventaja de Normalidad para aquellos sujetos sin extirpación de ovarios es 1,425 veces más grande que la ventaja del suceso Normalidad para aquellos sujetos con extirpación de ovarios. Esta información queda resumida en la siguiente tabla

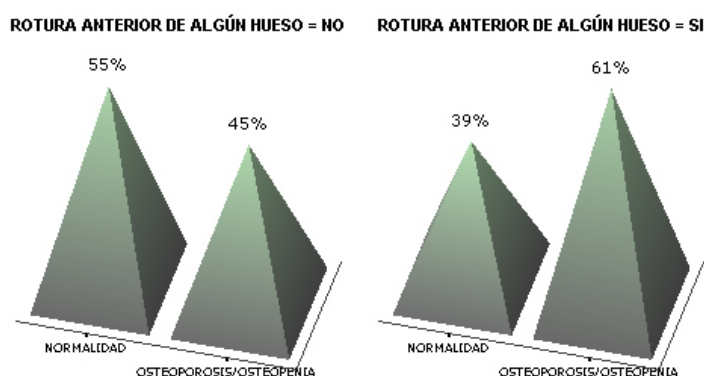
Estimación de riesgo

	Valor	Intervalo de confianza al 95%	
		Inferior	Superior
Razón de las ventajas para ESTIRPACIÓN OVARIOS ANTES DE 50 AÑOS (NO / SI)	1.425	1.184	1.715
Para la cohorte OSTEOPOROSIS (SI/NO) = NORMALIDAD	1.203	1.085	1.334
Para la cohorte OSTEOPOROSIS (SI/NO) = OSTEOPOROSIS/OSTEOPENIA	.844	.777	.917
N de casos válidos	4694		

Al contrario que con el factor menopausia, los índices de riesgo para el factor extirpación de ovarios solo son significativos en aquellos sujetos cuya edad es inferior a 45 años. Además la probabilidad de que un sujeto padezca osteoporosis-osteopenia pasa de ser 37% a 61% en este rango de edad.

3.2.3.- Rotura Anterior De Algún Hueso.

En el siguiente gráfico aparecen los porcentajes de sujetos que padecen osteoporosis/osteopenia frente a los que no la padecen (Normales) tanto para los sujetos a los que se les ha fracturado algún hueso (derecha) como para aquellos que no se han fracturado nunca un hueso (izquierda).



Para este factor la probabilidad de que un sujeto padezca osteoporosis-osteopenia aumenta un 34,7% para aquellos sujetos con rotura anterior de hueso frente a aquellos que no han tenido alguna rotura.

La razón de las ventajas es de 1,887 es decir la ventaja de Normalidad para aquellos sujetos sin rotura anterior de hueso es 1,887 veces más grande que la ventaja del suceso Normalidad para aquellos sujetos con rotura anterior de hueso. Esta información queda resumida en la siguiente tabla

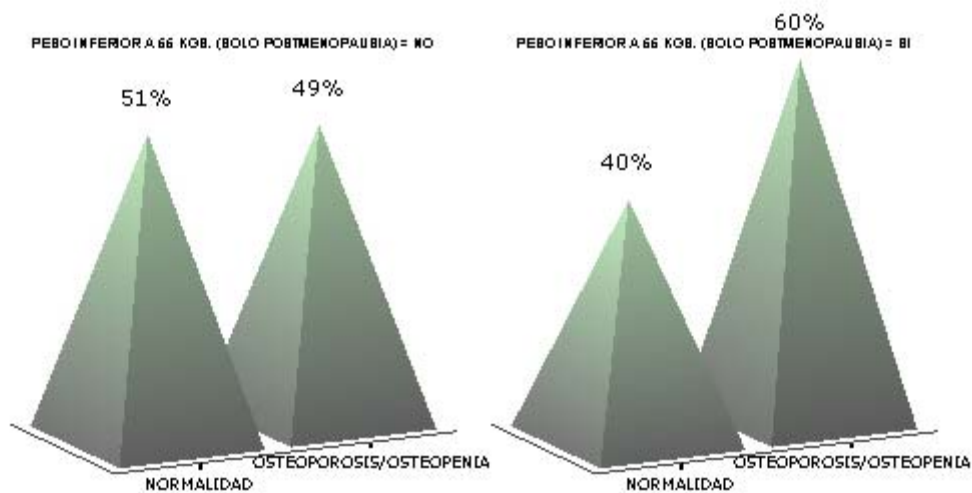
Estimación de riesgo

	Valor	Intervalo de confianza al 95%	
		Inferior	Superior
Razón de las ventajas para ROTURA ANTERIOR DE ALGÚN HUESO (NO / SI)	1.887	1.629	2.185
Para la cohorte OSTEOPOROSIS (SI/NO) = NORMALIDAD	1.399	1.285	1.524
Para la cohorte OSTEOPOROSIS (SI/NO) = OSTEOPOROSIS/OSTEOPENIA	.742	.697	.790
N de casos válidos	4772		

En este factor se observa que los índices de riesgo sólo son significativos para sujetos con más de 45 años.

3.2.4.- Peso Inferior A 55 Kgs.

En el siguiente gráfico aparecen los porcentajes de sujetos que padecen osteoporosis/osteopenia frente a los que no la padecen (Normales) tanto para los sujetos cuyo peso después de la menopausia era inferior a 55 Kgs (derecha) como para aquellos cuyo peso después de la menopausia es superior a 55 Kgs (izquierda).



Para este factor la probabilidad de que un sujeto padezca osteoporosis-osteopenia aumenta un 21,9% para aquellos sujetos con peso inferior a 55 Kgs después de la menopausia frente a aquellos que poseen un peso superior.

La razón de las ventajas es de 1,548 es decir la ventaja de Normalidad para aquellos sujetos con peso superior a 55 Kgs es 1,887 veces más grande que la ventaja del suceso Normalidad para aquellos sujetos con peso inferior a 55 Kgs. Esta información queda resumida en la siguiente tabla.

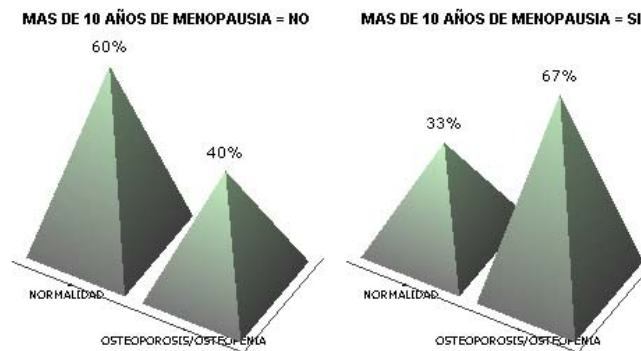
Estimación de riesgo

	Valor	Intervalo de confianza al 95%	
		Inferior	Superior
Razón de las ventajas para PESO INFERIOR A 55 KGS. (SOLO POSTMENOPAUSIA) (NO / SI)	1.548	1.240	1.932
Para la cohorte OSTEOPOROSIS (SI/NO) = NORMALIDAD	1.269	1.113	1.446
Para la cohorte OSTEOPOROSIS (SI/NO) = OSTEOPOROSIS/OSTEOPENIA	.820	.748	.898
N de casos válidos	3990		

Para este factor los índices de riesgo sólo son significativos para aquellos sujetos con edad superior a 45 años.

3.2.5.- Mas De 10 Años De Monopausia.

En el siguiente gráfico aparecen los porcentajes de sujetos que padecen osteoporosis/osteopenia frente a los que no la padecen (Normales) tanto para los sujetos con más de 10 años de menopausia (derecha) como para aquellos que no (izquierda).



Para este factor la probabilidad de que un sujeto padezca osteoporosis-osteopenia aumenta un 68,6% para aquellos sujetos con más de 10 años de menopausia frente a aquellos que no.

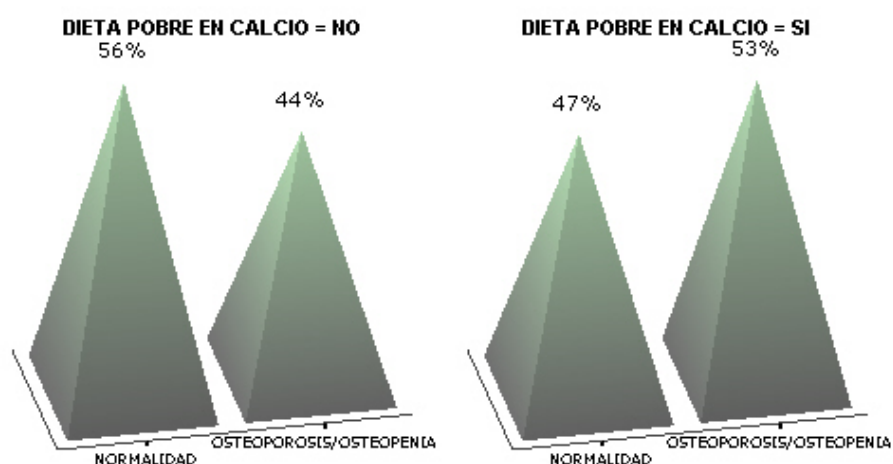
La razón de las ventajas destaca por ser la más elevada, es de 3,048, es decir la ventaja de Normalidad para aquellos sujetos con menos de 10 años de menopausia 3,048 veces más grande que la ventaja del suceso Normalidad para aquellos sujetos con más de 10 años de menopausia. Esta información queda resumida en la siguiente tabla.

Estimación de riesgo

	Valor	Intervalo de confianza al 95%	
		Inferior	Superior
Razón de las ventajas para MAS DE 10 AÑOS DE MENOPAUSIA (NO / SI)	3.048	2.665	3.486
Para la cohorte OSTEOPOROSIS (SI/NO) = NORMALIDAD	1.809	1.674	1.954
Para la cohorte OSTEOPOROSIS (SI/NO) = OSTEOPOROSIS/OSTEOPENIA	.593	.558	.631
N de casos válidos	3858		

3.2.6.- Dieta Pobre En Calcio.

En el siguiente gráfico aparecen los porcentajes de sujetos que padecen osteoporosis/osteopenia frente a los que no la padecen (Normales) tanto para los sujetos con dieta pobre en calcio (derecha) como para aquellos cuya dieta no es pobre en calcio (izquierda).



Para este factor la probabilidad de que un sujeto padezca osteoporosis-osteopenia aumenta un 21,3% para aquellos sujetos con dieta pobre en calcio frente a aquellos que no la tienen.

La razón de las ventajas destaca por ser la más elevada, es de 1,455 es decir la ventaja de Normalidad para aquellos sujetos con una dieta no pobre en calcio es 3,048 veces más grande que la ventaja del suceso Normalidad para aquellos sujetos con dieta pobre en calcio. Esta información queda resumida en la siguiente tabla.

Estimación de riesgo

	Valor	Intervalo de confianza al 95%	
		Inferior	Superior
Razón de las ventajas para DIETA POBRE EN CALCIO (NO / SI)	1.455	1.297	1.632
Para la cohorte OSTEOPOROSIS (SI/NO) = NORMALIDAD	1.199	1.133	1.270
Para la cohorte OSTEOPOROSIS (SI/NO) = OSTEOPOROSIS/OSTEOPENIA	.824	.778	.874
N de casos válidos	4968		

3.2.7.- Problemas De Visión.

En el siguiente gráfico aparecen los porcentajes de sujetos que padecen osteoporosis/osteopenia frente a los que no la padecen (Normales) tanto para los sujetos con problemas de visión a pesar de llevar lentes (derecha) como para aquellos que no tienen problemas de vision(izquierda).



Para este factor la probabilidad de que un sujeto padezca osteoporosis-osteopenia aumenta un 24,2% para aquellos sujetos con problemas de visión a pesar de usar lentes frente a aquellos sujetos que no tienen dichos problemas.

La razón de las ventajas es de 1,455 es decir la ventaja de Normalidad para aquellos sujetos sin problemas de visión es 3,048 veces más grande que la ventaja del suceso Normalidad para aquellos sujetos con problemas de visión. Esta información queda resumida en la siguiente tabla.

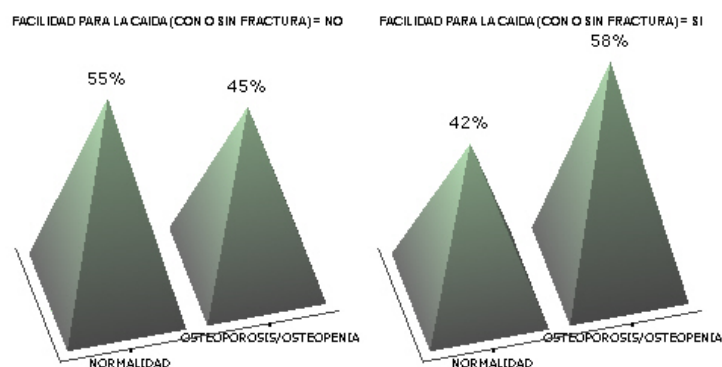
Estimación de riesgo

	Valor	Intervalo de confianza al 95%	
		Inferior	Superior
Razón de las ventajas para PROBLEMAS DE VISION (A PESAR DE USAR LENTES) (NO / SI)	1.539	1.357	1.745
Para la cohorte OSTEOPOROSIS (SI/NO) = NORMALIDAD	1.239	1.160	1.324
Para la cohorte OSTEOPOROSIS (SI/NO) = OSTEOPOROSIS/OSTEOPENIA	.805	.758	.856
N de casos válidos	4973		

Para este factor solo son significativos los índices de riesgo para los sujetos cuyo rango de edad varia entre los 45 y 70 años.

3.2.8.- Facilidad Para La Caída (Con O Sin Fractura).

En el siguiente gráfico aparecen los porcentajes de sujetos que padecen osteoporosis/osteopenia frente a los que no la padecen (Normales) tanto para los sujetos que tienen facilidad para la caída haya o no haya fractura de hueso (derecha) como para aquellos para los que no (izquierda).



Para este factor la probabilidad de que un sujeto padezca osteoporosis-osteopenia aumenta un 28,8% para aquellos sujetos con facilidad para la caída frente a aquellos que no la tienen.

La razón de las ventajas es de 1,687 es decir la ventaja de Normalidad para aquellos sujetos sin facilidad para la caída es 1,687 veces más grande que la ventaja del suceso Normalidad para aquellos sujetos con facilidad para la caída.

Esta información queda resumida en la siguiente tabla.

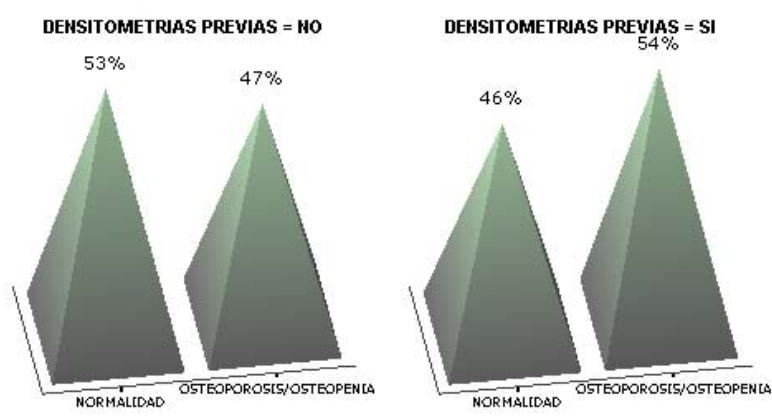
Estimación de riesgo

	Valor	Intervalo de confianza al 95%	
		Inferior	Superior
Razón de las ventajas para FACILIDAD PARA LA CAIDA (CON O SIN FRACTURA) (NO / SI)	1.687	1.457	1.954
Para la cohorte OSTEOPOROSIS (SI/NO) = NORMALIDAD	1.310	1.206	1.421
Para la cohorte OSTEOPOROSIS (SI/NO) = OSTEOPOROSIS/OSTEOPENIA	.776	.727	.828
N de casos válidos	5008		

Para este factor los índices de riesgo sólo son significativos para los sujetos en el rango de edad de 45 a 70 años.

3.2.9.- Densitometrias Previas.

En el siguiente gráfico aparecen los porcentajes de sujetos que padecen osteoporosis/osteopenia frente a los que no la padecen (Normales) tanto para los sujetos con densitometría previa (derecha) como para los que no la tienen (izquierda).



Para este factor la probabilidad de que un sujeto padezca osteoporosis-osteopenia aumenta un 16% para aquellos sujetos sin densitometría previa frente a aquellos que la tienen.

La razón de las ventajas es de 1,351 es decir la ventaja de Normalidad para aquellos sujetos con densitometría previa es 1,351 veces más grande que la ventaja del suceso Normalidad para aquellos sujetos sin densitometría previa. Esta información queda resumida en la siguiente tabla.

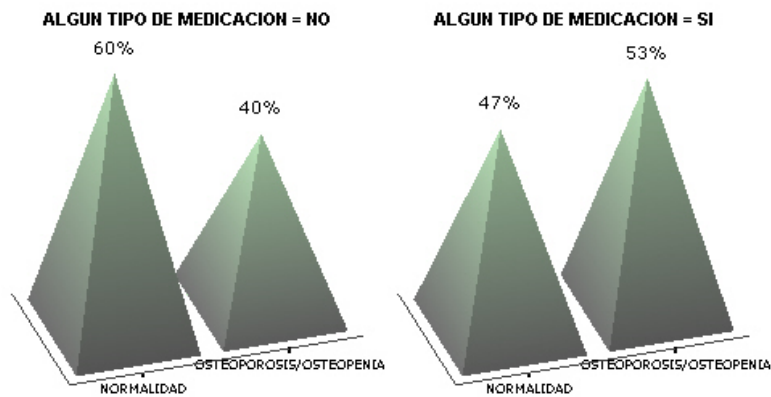
Estimación de riesgo

	Valor	Intervalo de confianza al 95%	
		Inferior	Superior
Razón de las ventajas para DENSITOMETRIAS PREVIAS (NO / SI)	1.351	1.148	1.590
Para la cohorte OSTEOPOROSIS (SI/NO) = NORMALIDAD	1.164	1.068	1.269
Para la cohorte OSTEOPOROSIS (SI/NO) = OSTEOPOROSIS/OSTEOPENIA	.862	.798	.931
N de casos válidos	3658		

Los índices de riesgo sólo son significativos para los sujetos cuya edad es superior a 70 años.

3.2.10.- Algún Tipo de Medicación.

En el siguiente gráfico aparecen los porcentajes de sujetos que padecen osteoporosis/osteopenia frente a los que no la padecen (Normales) tanto para los sujetos con algún tipo de medicación (derecha) como para aquellos que no se están medicando (izquierda).



Para este factor la probabilidad de que un sujeto padezca osteoporosis-osteopenia aumenta un 32,8% para aquellos sujetos con algún tipo de medicación frente a aquellos que la tienen.

La razón de las ventajas es de 1,699 es decir la ventaja de Normalidad para aquellos sujetos sin medicación es 1,699 veces más grande que la ventaja del suceso Normalidad para aquellos sujetos con algún tipo de medicación. Esta información queda resumida en la siguiente tabla.

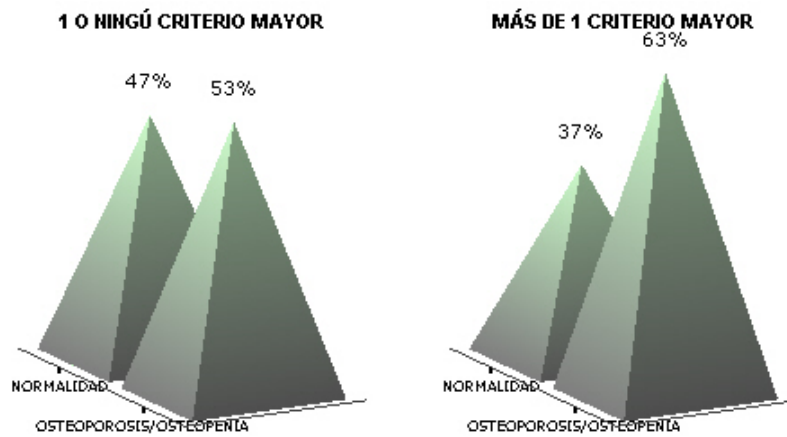
Estimación de riesgo

	Valor	Intervalo de confianza al 95%	
		Inferior	Superior
Razón de las ventajas para ALGUN TIPO DE MEDICACION (NO / SI)	1.699	1.494	1.932
Para la cohorte OSTEOPOROSIS (SI/NO) = NORMALIDAD	1.279	1.206	1.356
Para la cohorte OSTEOPOROSIS (SI/NO) = OSTEOPOROSIS/OSTEOPENIA	.753	.701	.808
N de casos válidos	3977		

Los índices de riesgo para este factor sólo son significativos para los sujetos cuyo rango de edad está entre los 45 y los 70 años.

3.2.11.- Más De 1 Criterio Mayor.

En el siguiente gráfico aparecen los porcentajes de sujetos que padecen osteoporosis/osteopenia frente a los que no la padecen (Normales) tanto para los sujetos con más de un criterio mayor (derecha) como para aquellos que presentan sólo uno o ningún criterio mayor (izquierda).



Para este factor la probabilidad de que un sujeto padezca osteoporosis/osteopenia aumenta un 18,2% para aquellos sujetos con más de un criterio mayor frente a aquellos que no tienen ningún criterio mayor.

La razón de las ventajas es de 1,488 es decir la ventaja de Normalidad para aquellos con ningún criterio mayor es 1,488 veces más grande que la ventaja del suceso Normalidad para aquellos sujetos con más de un criterio mayor. Esta información queda resumida en la siguiente tabla.

Estimación de riesgo

	Valor	Intervalo de confianza al 95%	
		Inferior	Superior
Razón de las ventajas para MAS DE 1 CRITERIO MAYOR (1 O NINGÚ CRITERIO MAYOR / MÁS DE 1 CRITERIO MAYOR)	1.488	1.227	1.806
Para la cohorte OSTEOPOROSIS (SI/NO) = NORMALIDAD	1.260	1.122	1.415
Para la cohorte OSTEOPOROSIS (SI/NO) = OSTEOPOROSIS/OSTEOPENIA	.846	.782	.915
N de casos válidos	1960		

Además la probabilidad de que un sujeto padezca osteoporosis-osteopenia aumenta del 18,2% al 90,4% para este factor dentro del grupo de sujetos con edad inferior a 45 años.

3.2.12.- Conclusiones.

La siguiente tabla nos indica el aumento o disminución de la ventaja del suceso Normalidad bajo la NO ocurrencia de cada uno de los factores que se indica en la columna de la izquierda frente a la ventaja del suceso Normalidad bajo la ocurrencia de ese factor.

Destaca entre todas la razón de las ventajas del factor más de 10 años de menopausia.

También se ha observado que la razón de las ventajas para cada uno de los factores que se listan en la siguiente tabla, aumenta en el grupo de sujetos cuyo índice de masa corporal se encuentra por debajo del percentil 50. La misma observación vale para los índices de riesgo.

Factor	Razón de las ventajas	
	Global	Inferior percentil 50 IMC
<i>Más 10 años menopausia</i>	3,048	3,820
<i>Rotura Hueso</i>	1,887	2,064
<i>Menopausia precoz</i>	1,838	2,159
<i>Medicación</i>	1,699	2,039
<i>Facilidad para la caída</i>	1,687	1,995
<i>Peso < 55 Kgs</i>	1,548	-
<i>Problemas de visión</i>	1,539	1,856
<i>Más de 1 criterio mayor</i>	1,488	1,615
<i>Dieta pobre en calcio</i>	1,455	1,633
<i>Extirpación de ovarios</i>	1,425	1,717
<i>Densitometrías previas</i>	1,351	1,516

4.- Modelo Predictivo. Regresión Logística.

El análisis de regresión logística tiene como finalidad principal pronosticar la pertenencia a un grupo a partir de una serie de variables independientes. En el caso objeto de estudio el grupo viene determinado por la variable dependiente *Osteoporosis* que esta codificada en el análisis como sigue:

Codificación de la variable dependiente

Valor original	Valor interno
NORMALIDAD	0
OSTEOPOROSIS/ OSTEOPENIA	1

determinando dos grupos los que padecen osteoporosis/osteopenia (con valor 0) y aquellos que no padecen osteoporosis ni osteopenia (con valor 1).

Los datos utilizados en el en el procesamiento de los datos viene recogido en la siguiente tabla, en la que se puede observar que 1978 casos han sido considerados para el análisis, cantidad que representa un 35.2% en el total de casos disponibles.

Resumen del procesamiento de los casos

Casos no ponderados	N	Porcentaje
Incluidos en el análisis	1798	35.2
Casos seleccionados	3307	64.8
Casos perdidos	5105	100.0
Total	0	.0
Casos no seleccionados	5105	100.0
Total		

El modelo de regresión logística estimado determina la probabilidad de pertenencia al grupo de personas con osteoporosis/osteopenia mediante el siguiente modelo:

$$P(\text{[Padecer osteoporosis u osteopenia]}) = \frac{1}{1 + e^{-(B_0 + B_1X_1 + L + B_nX_n)}}$$

Donde X_1, X_2, \dots, X_n son las variables independientes (explicativas) y $B_0, B_1, B_2, \dots, B_n$ son los coeficientes de regresión del modelo.

El método utilizado para el cálculos de los coeficientes de regresión y selección de las variables explicativas es el *Adelante Condicional* método basado en la razón de verosimilitud. Una variable es seleccionada como explicativa si la razón de verosimilitud aumenta.

Las variables seleccionadas en el modelo son las siguientes: Edad, Índice de masa corporal (IMC), Menopausia precoz (CMP1), Rotura anterior de algún hueso (CMP3) y Dieta pobre en calcio (CmIP9).

En la siguiente tabla aparecen los coeficientes de regresión en la columna B para cada una de las variables.

Variables en la ecuación

	B	E.T.	Wald	gl	Sig.	Exp(B)	I.C. 95.0% para EXP(B)	
							Inferior	Superior
EDAD	.073	.005	183.552	1	.000	1.076	1.065	1.087
IMC	-.086	.012	50.877	1	.000	.917	.896	.939
CMP1	.296	.130	5.189	1	.023	1.345	1.042	1.735
CMP3	.272	.129	4.413	1	.036	1.312	1.018	1.691
CmIP9	.454	.107	18.005	1	.000	1.574	1.276	1.941
Constante	-2.085	.385	29.300	1	.000	.124		

Observando la tabla anterior se ve que las cinco variables independientes incluidas en el análisis tienen un efecto significativo: todos los niveles críticos (Sig.) son menores de 0,05 y ningún intervalo de confianza contiene al 1.

Por un lado las variables edad, menopausia precoz, rotura anterior de algún hueso y dieta pobre en calcio tienen valores Exp(B) significativamente mayores que 1, por lo que puede afirmarse que los sujetos de mas avanzada edad con menopausia precoz que se hayan roto algún hueso y tengan una dieta pobre en calcio tienden a tener osteoporosis/osteopenia, si bien el efecto de la variable dieta pobre en calcio es mayor que el de las demás, (ya que los límites de los intervalos de confianza no se solapan y los de la variable dieta pobre en calcio (CmIP9) son mayores).

Por otro lado la variable índice de masa corporal (IMC) tiene valor de Exp(B) menor que 1 y su intervalo de confianza no contiene al 1, por lo que puede afirmarse

que los sujetos con menor índice de masa corporal tienden a padecer osteoporosis/osteopenia.

Por tanto para clasificar a un sujeto en el grupo de los que padecen osteoporosis/osteopenia es suficiente calcular:

$$W = \frac{1}{1 + e^{(2.085 - 0.073 \times EDAD + 0.086 \times IMC - 0.296 \times CMP1 - 0.272 \times CMP3 - 0.454 \times CmiP9)}}$$

Obsérvese que la probabilidad de pertenencia al grupo de sujetos que padecen osteoporosis/osteopenia es precisamente W.

El porcentaje de sujetos clasificados correctamente mediante este modelo es del 67.3%.

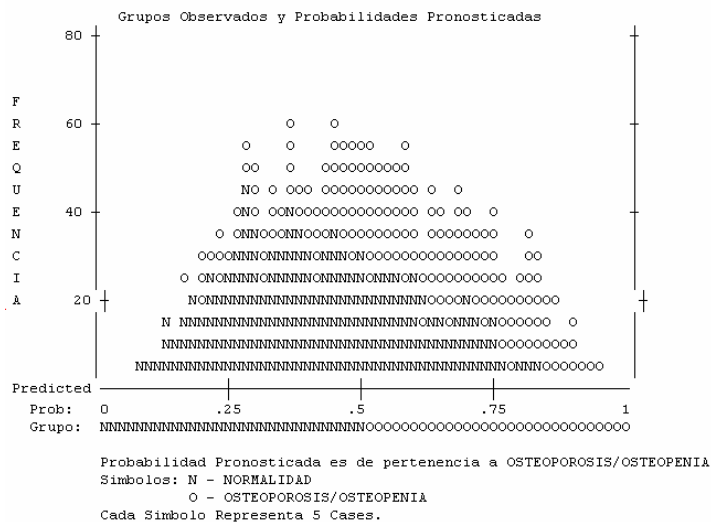
Tabla de clasificación

Observado		Pronosticado		
		OSTEOPOROSIS (SI/NO)		Porcentaje correcto
		NORMALIDAD	OSTEOPOROSIS/OSTEOPENIA	
OSTEOPOROSIS (SI/NO)	NORMALIDAD	634	280	69.4
	OSTEOPOROSIS/OSTEOPENIA	308	576	65.2
Porcentaje global				67.3

El método de clasificación en un determinado grupo ha sido el siguiente:

- si $W \leq 0,55$ el sujeto se clasifica como normal.
- si $W \geq 0,55$ el sujeto se clasifica como paciente de osteoporosis/osteopenia.

Finalmente presentamos un gráfico que representa las probabilidades observadas frente a las probabilidades pronosticadas



4.1.- Conclusiones.

Se ha realizado un modelo de regresión logística para poder determinar la probabilidad de pertenencia al grupo formado por sujetos que padecen osteoporosis/osteopenia.

Las variables que son significativas son:

Edad, Índice de masa corporal (*IMC*), Menopausia precoz (*CMP1*), Rotura anterior de algún hueso (*CMP3*) y Dieta pobre en calcio (*CmIP9*), pudiéndose resaltar las variables *IMC* y *CmIP9*, de manera que los individuos que tengan una dieta pobre en calcio y un índice de masa corporal bajo aumenta la probabilidad de pertenencia al grupo de sujetos con osteoporosis/osteopenia.

El modelo clasifica bien el 67,3% de los casos situando el punto de corte en el 0,55.

5.- Bibliografía.

- 1.- “Técnicas de Análisis Multivariante de Datos”. César Pérez, 2.004. Prentice Hall.
- 2.- “SPSS 11 Guía para el análisis de datos”. A.Pardo, M.A. Ruiz, 2.002. Mc Graw Hill.
- 3.- “Análisis Multivariante”. J.F. Hair et al., 2.002. Prentice Hall.
- 4.- “Osteoporosis y menopausia”. Castello-blanco et al, . Ed. Médica Panamericana.