



Realiza una traza de ejecución del siguiente programa en un MIPS con hardware para la detección de riesgos y detención del cauce, anticipación dentro del banco de registros, resolución de saltos en la etapa de ejecución y predicción de salto no realizado, ilustrando los conflictos que se producen, así como la forma de resolverlos. Muestra en una tabla la primera y última iteración del código.

	Antes 1 ciclo		Iteración "SÍ SALTA" 7 ciclos							Iteración "NO SALTA" 9 ciclos												
Instrucción	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
sub \$5, \$0, \$0	IF	ID	EX	M	WB																	
suma: lw \$10, 1000(\$20)		IF	ID	EX	M	WB			IF	ID	EX	M	WB									
addi \$20, \$20, -4			IF	ID	EX	M	WB			IF	ID	EX	M	WB								
add \$5, \$5, \$10				IF		ID	EX	M	WB		IF		ID	EX	M							
bne \$20, \$0, suma						IF	ID	EX	M	WB			IF	ID	EX	M	WB					
...							IF	ID	X					IF	ID	EX	M	WB				
...								IF	X						IF	ID	EX	M	WB			

El código ejecuta una instrucción (sub) antes de entrar en un bucle que se ejecuta N iteraciones ($\$20 = 4 \times N$). En las primeras $N - 1$ iteraciones la instrucción bne sí salta, y en la última no salta. Por tanto:

- Número de instrucciones ejecutadas: $IC = 1 + 4 \times N$
- Número de ciclos empleado en ejecutar el código: $NC = 1 + (N - 1) \times 7 + 9 = 7 \times N + 3$
- $CPI = \frac{7 \times N + 3}{4 \times N + 1} \approx \frac{7}{4} = 1.75$