

Elemento	Fuente de Procedencia	HIERRO GRIS		HIERRO NODULAR	
		%	Efectos Significativos	%	Efectos Significativos
		Normal		Normal	
Carbono C	Lingote Chatarra Retorno Cok Adiciones expresas	2,5 – 4	Formador de Grafito o carburos	3 – 4	Formador de Grafito o carburos.
		2,8 hasta 3,7	Reduce la resistencia a la tracción y dureza	3,4 hasta 3,7	Promueve la flotación de nódulos de grafito en hierros hipereutécticas
			Los niveles altos promueven el grafito grosero y el grano abierto en el mecanizado		Los niveles inferiores a 3,5% afectan negativamente la solidez (Rechupes)
			Aumenta la conductividad térmica		
			Promueve la solidez máxima con valores de carbono equivalente a 4,3		
Aumenta la fluidez.	Aumenta la fluidez.				
Silicio Si 1.4 a 2.8	Materiales de Carga Adiciones expresas Revestimientos.	1 – 3,5	Grafitizante y Ferritizante. Endurecedor de la ferrita.	1,8 - 3	Grafitizante. Endurecedor de la Ferrita.
			Promueve la formación de ferrita		Hace bajar la resiliencia. Aumenta la resistencia a la tracción. Fragiliza.
			Reduce la resistencia y la dureza		Reduce la tendencia de enfriamiento
			Los niveles superiores a 2,8% fragilizan y endurecen el hierro		Promueve la formación de ferrita
			Reduce la tendencia al rechupe		Aumenta la resistencia a la tracción y la dureza de los ferríticos
					Aumenta ductilidad (fragilidad) la temperatura de transición
	Acelera la degradación perlítica y carburo durante el tratamiento térmico.				

Manganeso Mn	Lingote Chatarras Adiciones Expresas	0,2 - 1,1	Contrarresta el efecto perjudicial del azufre	0 - 1,2	Favorece la formación de perlita y carburos intercelulares
		0.4 a 0.9	Perlitizante	Hasta 0.5	Promotor perlita leve.
			Se combina con el azufre y neutraliza		Debe ser inferior a 0,2% en estado bruto de colada para fundiciones ferríticas.
			Promotor perlita leve		Segrega a los límites de grano de lento enfriamiento y de secciones gruesas y promueve carburos
		Los niveles elevados aumentan el riesgo de escoria y sulfuro de manganeso	Aumenta la temperatura de transición		
MagnesioMg	Adiciones Expresas	-----	Carburigeno	0,02 - 0,08	Baja los niveles de azufre y oxígeno.
				Hasta 0,07	Los resultados es la formación de grafito nodular.
Aluminio Al	Chatarra Ferroaleaciones Inoculantes	0,01 – 0,05	Energético grafitizante, promueve el grafito tipo A y reduce la tendencia al blanqueo. Puede causar pinholes o rechupes.	0,003 – 0,06	Reduce la tendencia al blanqueo. Mayores cantidades dan lugar a láminas cortas de grafito. Puede causar pinholes, especialmente en presencia de titanio.
		Hasta 0.03	Promueve defectos de hidrógeno, especialmente cuando se utilizan moldes de arena verde y cuando los niveles > 0,005%.		
				Neutraliza nitrógeno.	Hasta 0.03
Antimonio Sb	Chatarra de Acero (esmaltada, etc.). Adiciones expresas.	<0,005	Refina el grafito, pero produce una estructura anormal.	<0,005	Degeneran los nódulos (Spiky), sobre todo en ausencia de cerio.
			Promueve la perlita.	Hasta 0,02	Promueve la perlita.
			Una adición de 0,01% reduce la cantidad de ferrita a veces se encuentra adyacente a las superficies.		Tiene un efecto indeseable sobre la estructura de grafito en ausencia de cerio.
					Tiene un efecto beneficioso en la promoción de estructuras nodulares en las piezas coladas de gran sección de hierro dúctil de composición hipereutéctica, a condición de que el cerio esté presente.

Arsénico As	Chatarra de acero	<0,01	Perlitizante	<0,01	Perlitizante
		Hasta 0,05	Promueve la perlita.	Hasta 0,05	Promueve la perlita.
			Una adición de 0,05% reduce la cantidad de ferrita a veces se encuentra adyacente a las superficies.		Tiene un efecto beneficioso en la promoción de estructuras nodulares en las piezas coladas de gran sección de hierro dúctil de composición hipereutéctica, a condición de que el cerio esté presente.
BismutoBi	Adiciones en cuchara	<0,01	Favorece el blanqueo y el grafito tipo D. Reduce el número de células eutectoides	<0,01	En presencia de tierras raras aumenta la cantidad y calidad de los nódulos
		Hasta 0,02	Promueve carburos y grafito con formas indeseables que reducen las propiedades de tracción.	Hasta 0,02	Produce indeseables formas de grafito en la ausencia de cerio. Adición de 0,01% para aumentar el número de nódulos de grafito o prevenir grafitos gruesos en secciones gruesas, pero para este efecto, también debe estar presente el Ce en el hierro.
Boro B	Chatarra esmaltada Cierta tipo de lingotes Adiciones expresas	<0,0005	Promueve el grafito tipo D y aumenta el tamaño de célula	<0,0005	En mayores cantidades, forma carburos difíciles de eliminar por recocido
		Hasta 0,01	Promueve carburos, particularmente en el núcleo. El efecto es significativo por encima de aproximadamente 0,001%.	Hasta 0,01	Promueve carburos y reduce las propiedades mecánicas. El efecto es significativo por encima de aproximadamente 0,001%.
Calcio Ca	Ferroaleaciones Inoculantes	<0,04	Incrementa el número de células y el poder de los inoculantes	-----	Puede incrementar la cantidad y calidad de los nódulos y optimiza el efecto de la post-inoculación. En cantidad excesiva promueve carburos primarios
Cerio Ce	Retornos Adiciones expresas	<0,002	Estabilizador de carburos. Se utiliza para reducir el efecto del plomo	0,0 – 0,3	Promueve la formación y calidad de los nódulos. Reduce o elimina los efectos de los elementos perjudiciales y del Dross. Exceso de Ce, genera grafito tipo Chunky. Falta de Ce o tierras raras genera grafitos irregulares tipo vermicular.
				Hasta 0,02	Neutraliza los efectos perjudiciales de algunos elementos.
					Reduce el desvanecimiento del inoculante.
					Promueve grafito grueso en las secciones pesadas cuando se utilizan materias primas de alta pureza y composiciones hipereutécticas.
					Promueve grafito grueso en hierros austeníticos. Cuando se excede 0,01% promueve carburos.

Cromo Cr	Retornos Chatarra Ferroaleaciones	0,03 – 0,40	Carburígeno y perlitizante. Incrementa la carga de rotura y dureza	0,02 – 0,13	Carburígeno y perlitizante. Incrementa la carga de rotura y dureza.
		Hasta 0,02	Promueve rechupes en secciones delgadas.	Hasta 0,02	Promueve carburos Segregados a los límites celulares en secciones gruesas para formar carburos muy estables.
Cobre Cu	Chatarra Adiciones expresas	0,01 – 0,90	Perlitizante	0,01 – 0,90	Perlitizante. No afecta a la calidad de los nódulos.
		Hasta 0,3	Trazas de este elemento no tienen efectos significativos y pueden ser ignorados.	Hasta 0,3	Promueve la perlita y aumenta la resistencia y la dureza Deteriora la ferritización.
Hidrogeno H	Exposición del caldo a la atmósfera y al vapor de agua. A más temperatura del caldo más hidrógeno se capta.	0,0002-0,0015	Promueve el temple inverso.	0,0002-0,0015	Promueve el temple inverso, pinholes y rechupe.
		Hasta 0,0004	Provoca porosidad interna. Con menor frecuencia, sopladuras a lo largo de una sección.		
			Puede promover pequeños rechupes.	Hasta 0,0004	Produce poros en el interior de la sección que se caracterizan por la presencia de una película continua de grafito.
			Promueve el temple inverso cuando no hay suficiente Mn presente para neutralizar el S.		
	Promueve grafito grueso.				
Plomo Pb	Chatarra Espato de flúor	<0,003	Efecto blanqueante. Promueve el grafito tipo D	Hasta 0,005	Elemento perjudicial. Degenera los nódulos en ausencia de tierras raras.
		Hasta 0,005	Elemento perjudicial, degenera la formación gráfica y en ocasiones genera grafito Widmanstätten, en particular en las secciones gruesas cuando el hierro tiene un alto contenido de hidrógeno, origina una reducción de la resistencia a la tracción de hasta la mitad. Este efecto se puede producir cuando el plomo está presente en niveles bajos, por debajo de aprox. 0,0004%.		En ausencia de cerio, tiene un efecto indeseable sobre la estructura de grafito.
			Promueve la perlita.		Promueve la perlita.

Molibdeno Mo	Retornos Chatarra Ferroaleaciones	Hasta 0,05	Incrementa la carga de rotura y dureza.	0,01 – 0,75	Carburigeno. Se utiliza para promover perlita y/o vainita.
			Carburigeno.	Hasta 0,05	
Níquel Ni	Retornos Chatarra Nodulizantes Adiciones expresas	0,01 – 1,0	Perlitizante. Aumenta la resistencia y dureza sin blanqueo.	0,01 – 1,25	Promueve la formación de perlita y/o vainita.
		Hasta 0,1	Trazas de este elemento no tienen efectos significativos y pueden ser ignorados.	Hasta 0,1	Trazas de este elemento no tienen efectos significativos y pueden ser ignorados.
Nitrógeno N	Exposición del caldo al aire. Algunas resinas de moldeo y machería. A más temperatura del caldo más nitrógeno se capta.	0,002 – 0,008	Efecto blanqueante. Puede originar porosidad.	0,002 – 0,008	Efecto blanqueante y puede contribuir a la porosidad.
		Hasta 0,02	Pactos de grafito y la fuerza aumenta.		
			Promueve perlita. Incrementa la tendencia del hierro a rechupar.	Hasta 0,02	Puede causar defectos de porosidad tipo agujero de alfiler, por lo general cerca de los puntos calientes.
			Puede provocar defectos tipo fisuras y porosidad tipo vírgulas.		
Puede ser neutralizado por Al o Ti o ambos					
Oxígeno O	Aire en la fusión y óxidos de la escoria. A más temperatura del caldo más oxígeno se capta.	0,005	Gases. Puede originar porosidad.	<0,005	Gases. Puede originar porosidad.
Fosforo P	Lingote Retornos Chatarra	0,01 – 0,80	Puede formar Steadita. Contenidos altos incrementa la fluidez, pero también la fragilidad.	<0,05	Forma redes de fosfuros y disminuye la tenacidad. Favorece la formación de rechupes.
		0.02 - 1.2	Aumenta la dureza y fragilidad. Aumenta la tendencia a la aparición de defectos internos tipo rechupe.	< 0.05	Por encima de 0,05% pueden producir defectos internos tipo rechupe. Fragiliza el hierro. Segrega a los límites de grano y produce carburo / fosfuros complejos.

Azufre S	Lingote Cok Retornos Otros	0,02 – 0,18	Forma sulfuros. Es necesario un mínimo de 0,04% para controlar la grafitización	<0,02	Reacciona con el magnesio y con las tierras raras, por lo que su contenido en el hierro debe de ser controlado. A más S más escoria.
		0.02 - 0.16	Promueve la formación de hierro blanco a menos que este equilibrado con el manganeso. Tiene efecto sobre la dureza y la resistencia en combinación con el manganeso. Alto contenido de Azufre promueve la escoria y la tendencia a la formación de sulfuro de manganeso. Niveles de menos de 0,05% reducen la respuesta al tratamiento de inoculación.	< 0.015	Los niveles excesivos en el hierro base afectan en la formación de escoria. Los niveles superiores a 0,015% dificultan la formación de nódulos y favorecen la formación de grafito laminar o grafito nodular mal formado.
TeluroTe	Chatarra de acero Adiciones expresas en cuchara	<0,005	Enérgico blanqueante. Promueve el grafito tipo D.	<0,005	Elemento perjudicial, causa degeneración del grafito.
		Hasta 0,003	No se encuentran normalmente, pero es un potente formador de carburo.	Hasta 0,003	
Estaño Sn	Adiciones expresas Algunas chatarras	<0,10	Perlitizante.	<0,10	Perlitizante. > 0,10% puede degenerar el grafito.
		Hasta 0,15	Fuerte promotor de perlita.	Hasta 0,15	Fuerte promotor de perlita.
			A veces añadido deliberadamente, hasta el 0,1%, para promover estructuras perlíticas.		A veces añadido deliberadamente, hasta el 0,1%, para promover estructuras perlíticas.
					Causas fragilidad cuando más cerca del 0,1% se encuentra.
					Deteriora la ferritización.
Titanio Ti	Lingote Ciertas ferroaleaciones	0,01- 0,06	Efecto blanqueante. Reduce el número de células, promueve el grafito tipo D pero favorece la inoculación, por lo que un 0,02 – 0,03 es deseable. Fija el nitrógeno.	<0,07	Considerado como elemento perjudicial, causa efectos similares al aluminio. Genera poros de hidrogeno en pieza de sección delgada.
		Hasta 0,15	Promueve la aparición de pequeñas burbujas de hidrógeno cuando el aluminio está presente.	Hasta 0,15	En ausencia de cerio, puede tener un efecto indeseable sobre la forma del grafito.
			Combina con nitrógeno para neutralizar sus efectos.		Promueve la aparición de pequeñas burbujas de hidrógeno cuando el aluminio está presente.

Tungsteno W	Chatarra Adiciones expresas	<0,05	Perlitizante	<0,05	Perlitizante
		Hasta 0,05		Hasta 0,05	
Vanadio V	Chatarra Retornos Adiciones expresas	<0,04	Perlitizante. Forma carburos muy estables. Incrementa la carga de rotura y dureza	<0,04	Perlitizante. Forma carburos muy estables y resistentes al recocido. Incrementa la carga de rotura y dureza
		Hasta 0,08		Hasta 0,08	
Zinc Zn	Chatarra Retornos	-----	Ferritizante. Puede retardar la grafitización.	-----	-----
Zirconio Zr	Algunas ferroaleaciones	-----	En compañía del silicio es grafitizante	0,01	Promueve el grafito laminar y nódulos menos redondeados.
Cobalto Co	Chatarra	-----	Sin efecto	-----	Sin efecto